DIE NATURWISSENSCHAFTEN

19. Jahrgang | 3. April 1931 | Heft 14

Die Rotation der Milchstraße.

Von K. F. Bottlinger, Berlin-Neubabelsberg.

Bis vor kurzem befaßten sich die Hypothesen über den Bau unseres Fixsternsystems nur mit der räumlichen Anordnung der Sterne. Über den Bewegungszustand und die Dynamik des Milchstraßensystems wußte man nichts Positives auszusagen. Man wußte, daß die Sonne gegen den Durchschnitt der Sterne unserer Umgebung mit etwa 20 km/sec in der Richtung auf das Sternbild des Herkules sich bewegt. Diese Bewegung der Sonne war nichts Besonderes, sondern alle Sterne zeigten eine ziemlich regellose Bewegung nach allen Seiten (wie Gasmoleküle), und die Sonne war eben ein solches Molekül von der genannten Geschwindigkeit. Ganz regellos freilich waren die Bewegungen nicht. Es gab eine Vorzugsrichtung, die nach einer bestimmten galaktischen Länge zeigte, also in der Milchstraßenebene lag, in der die Bewegungen nach beiden Seiten hin stärker waren als in den beiden Richtungen senkrecht dazu. Man nennt diese Vorzugsrichtung den Vertex. Kapteyn, der diesen Tatbestand entdeckte, glaubte an zwei sich gegenseitig durchdringende Sternströme. Schwarzschild nahm, zunächst rein formal, anstatt zweier Ströme eine ellipsoidische Geschwindigkeitsverteilung an. Eine plausible dynamische Deutung hierfür wurde nicht gefunden. Noch rätselhafter wurden die Verhältnisse, als Strömberg hauptsächlich aus Radialgeschwindigkeitsmessungen vor einem knappen Jahrzehnt eine weitere Vorzugsrichtung entdeckte, die auch in der Milchstraße, und zwar etwa senkrecht zur Vertexrichtung lag.

Einige seltenere Arten von Sternen, die vorher noch nicht untersucht worden waren, weil das Beobachtungsmaterial erst allmählich zusammenkam, paßten keineswegs in das Schwarzschildsche Geschwindigkeitsellipsoid, sondern zeigten eine viel größere Streuung und zugleich eine einseitige Verschiebung quer zur Vertexrichtung. Es waren dies einerseits die langperiodischen Veränderlichen vom Mira-Typus, die physisch eine Gruppe für sich bilden, und ebenso die δ Cepheï-Veränderlichen von weniger als einem Tag Periode (die δ Cepheï-Sterne von mehr als einem Tag Periode fallen bei der vorliegenden Betrachtung mit einer ganz anderen Gruppe, den B-Sternen und c-Sternen zusammen), andererseits die sog. „Schnelläufer", d. s. schwache Sterne unserer Umgebung, die sich durch viel größere Geschwindigkeiten gegen die Sonne auszeichnen, sonst aber sich physisch von den anderen Sternen nicht unterscheiden. Das asymmetrische Verhalten dieser Schnelläufer ist besonders prägnant und wurde zuerst von Oort bearbeitet. In einem Quadranten (in Fig. 1 dem nach rechts weisenden) fehlen sie vollständig.

Die Fig. 1 zeigt die Verhältnisse nur schematisch. Strömberg konnte noch eine größere Zahl von Gruppen unterscheiden, die in steigendem Maße die Asymmetrie zeigten. Die Kugelsternhaufen zeigten eine Verschiebung von 300 km/sec.

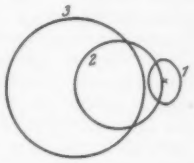

Fig. 1.
Die asymmetrische Geschwindigkeitsverteilung nach Strömberg (schematisch). 1. Normale Sterne. 2. Kurzperiodische δ Cepheï-Sterne. 3. Mira - Sterne.

Schon 1926 zeigt Lindblad, in welcher Weise man diese seltsame Erscheinung deuten könne. Er und Oort haben unabhängig voneinander in einer Reihe von Arbeiten ein Sternsystem aufgebaut, das alles in allem den Beobachtungen gut Rechnung trägt und das man sicher im Augenblick als eine vorzügliche Arbeitshypothese wird annehmen können. Da die Arbeiten von beiden in verschiedenen Zeitschriften verstreut, auch nicht leicht verständlich sind, schien es mir am Platze zu sein, hier eine möglichst allgemeinverständliche Darstellung zu geben. Im Gegensatz zu Lindblad, der eine ziemlich abstrakte Form wählte, soll hier, wenn auch gelegentlich auf Kosten der Exaktheit, eine ganz anschauliche Darstellung gebracht werden.

Nach der hier vorzutragenden Hypothese ist das Fixsternsystem, wie auch nach älteren Ansichten, ein stark abgeplattetes Rotationsellipsoid, dessen kurze Achse zum Pol der Milchstraße gerichtet ist. Wir selbst befinden uns nicht nahe der Mitte des Systems, sondern etwa auf halbem Radius nach außen. Das Zentrum das Systems ist identisch mit dem vor etwa 15 Jahren von Shapley aus der Verteilung der Kugelsternhaufen abgeleiteten in der Richtung des Sternbildes des Sagittarius, und zwar scheint es in einer Entfernung von 6000—8000 Parsek[1] zu liegen. Das ganze System ist in starker Rotation begriffen, die, vom galaktischen Nordpol aus gesehen, rechtsläufig ist. In der Entfernung der Sonne vom Zentrum beträgt die Rotationsgeschwindigkeit etwa 300 km/sec. Die scheinbaren Geschwindigkeiten der Sterne unserer Umgebung gegeneinander und die Geschwin-

[1] Ein Parsek ist die Entfernung, die der Parallaxe 1″ entspricht, oder 206 265 Erdbahnhalbmesser = 31×10^{12} km = 3,25 Lichtjahre.

digkeit der Sonne von 20 km/sec sind nur individuelle Abweichungen von jenem Mittelwert.

Von der Massenverteilung im System längs des Radius hängt es ab, wie die allgemeine Anziehung mit der Distanz vom Zentrum variiert und welche Bahnen die Einzelsterne beschreiben, solange sie nur dem allgemeinen Gravitationsfeld unterliegen und sich nicht gegenseitig so nahe kommen, daß sie sich merklich ablenken. Wegen der starken Abplattung des ganzen Systems sollen zunächst nur die Bewegungen in der Symmetrieebene, der Milchstraße, betrachtet, das System also als zweidimensional angesehen werden.

Ist alle Masse auf den Mittelpunkt konzentriert, so beschreiben die Einzelsterne ungestörte KEPLERsche Ellipsen, und die allgemeine Rotationsgeschwindigkeit nimmt nach außen hin, ebenso wie bei den Saturnringen, ab.

Ist aber die Masse gleichmäßig über das Rotationsellipsoid verteilt, so ist die Winkelgeschwindigkeit überall gleich, und das System rotiert wie ein starrer Körper. Wir können *innerhalb* des Systems keine systematischen Relativbewegungen feststellen. Die Einzelsterne beschreiben reine harmonische Ellipsen um den Mittelpunkt des Systems.

Eine der genannten Untersuchungen von OORT zeigte, allerdings zahlenmäßig recht unsicher, daß 70—90% der Kraft im KEPLERschen Sinne wirke und der Rest provisorisch als harmonisch angesetzt werden könne.

Es sollen darum im folgenden die Bewegungen in einem solchen System betrachtet werden, wie sie uns von einem mitbewegten Stern aus erscheinen müssen.

Wählen wir als unseren Standpunkt einen Stern S_0 (s. Fig. 2), der sich in der Entfernung R

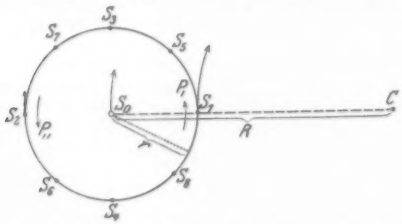

Fig. 2. Darstellung der scheinbaren Bewegungen innerhalb des Sternsystems.

vom Zentrum C in einer exakten Kreisbahn bewegt. Sterne, die in der Richtung auf das Zentrum zu bei S_1 liegen, werden schneller rotieren (sowohl angulär wie linear), also relativ zu S_0 eine Bewegung im Sinne des Pfeiles P_r ausführen. Sterne in der entgegengesetzten Richtung bei S_3 werden langsamer rotieren und eine Relativbewegung im gleichen Sinne ausführen, Pfeil P_n. S_3 und S_4 sind in bezug auf S_0 in Ruhe. Dies gilt nur, solange die Distanzen S_0 S_n klein gegen R sind. Wenn wir die Eigenbewegungen messen, so finden wir eine Doppelwelle mit 2 Maxima bei S_1 und S_3 und Minima bei S_2 und S_4. Ebenso weisen die Radialgeschwindigkeiten eine solche Doppelwelle auf mit den Maxima bei S_5 und S_8 und den Minima bei S_7 und S_8, also um 45° verschoben. Ein prinzipieller Unterschied besteht darin, daß die Radialgeschwindigkeitskurve gleich starke positive und negative Extrema zeigt, während die Eigenbewegungen zwischen einem einseitigen Extremum und Null schwanken. Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß die Amplitude der Radialgeschwindigkeitsschwankung proportional der Entfernung S_0S_n wächst, während die Schwankung der Eigenbewegung, weil angulär gemessen, von der Entfernung unabhängig ist.

Die Formeln für Radialgeschwindigkeit und Eigenbewegung lauten:

$$V = rA \sin 2(l - l_0) \quad \text{in Kilometern pro Sekunde,}$$
$$E.B. = A \cos 2(l - l_0) + B \quad \text{in Bogensekunden,}$$

wobei die Konstanten A und B den allgemeinen Wert haben

$$A = \frac{V_c}{4R}\left(1 - \frac{R}{F}\frac{dF}{dR}\right); \qquad B = A - \frac{V_c}{R},$$

worin R den Abstand vom Zentrum, F die in S_0 wirkende Zentralkraft bedeuten und $V_c = \sqrt{RF}$ die zirkuläre Geschwindigkeit ist.

$\frac{V_c}{R}$ ist die Rotationsgeschwindigkeit im Abstand R um das Zentrum.

Für die harmonische Bewegung (homogene Dichteverteilung) ist

$$A = 0, \qquad B = -\frac{V_c}{R}.$$

Für die KEPLERsche Bewegung (vollständige Massenkonzentration) ist

$$A = \frac{3}{4}\frac{V_c}{R}, \qquad B = -\frac{1}{4}\frac{V_c}{R}.$$

Die Doppelwelle in der Radialgeschwindigkeit ist völlig gesichert. Sie war zuerst FREUNDLICH und V. D. PAHLEN (3) aufgefallen, die sie allerdings anders deuteten[1]. Neuerdings ist sie durch spezielle Untersuchungen von PLASKETT (4) in Victoria (Canada), der zu diesem Zwecke die Radialgeschwindigkeiten einer großen Zahl der sehr hellen und weit entfernten O-Sterne bestimmte, sowie durch eine sorgfältige Untersuchung von LINDBLAD (1 c) an allem vorhandenen Beobachtungsmaterial quantitativ festgelegt worden.

Die Schwankung der Eigenbewegung ist schwe-

[1] FREUNDLICH und V. D. PAHLEN nahmen an, daß unser örtliches Sternsystem in stark exzentrischer Bahn um das allgemeine Zentrum, das mit dem von SHAPLEY wie von LINDBLAD und OORT postulierten identisch ist, bewege. Da es sich auf dem Wege vom Apo- zum Perigalaktikum befinde, werde es in der Bewegungsrichtung auseinandergezerrt, senkrecht dazu kontrahiert, wodurch die Doppelwelle in der Radialgeschwindigkeit entstehe. Die Ableitungen sind alle korrekt, doch scheint die dynamische Vorstellung viel weniger glücklich als bei der Rotationshypothese.

rer festzustellen, da sie von sehr kleinem Betrag ist und für alle Entfernungen nur einige tausendstel Bogensekunden beträgt. Immerhin ist sie durch eine Untersuchung von DYSON (5) mit Hilfe des Boss-Kataloges recht wahrscheinlich gemacht worden. Aus beiden Kurven kann man nun die Konstanten A und B bestimmen und hieraus das tatsächlich wirkende Kraftgesetz, d. h. den Gradienten der Kraft im Abstand R vom Zentrum, berechnen.

Man findet, allerdings mit erheblicher Unsicherheit, daß die Anziehungskraft zu 70—90% im Sinne einer KEPLERschen Bewegung wirkt. Mit einer gewissen Näherung und dem Vorbehalt späterer Korrektion kann man also KEPLERsche Ellipsen zugrunde legen. Die Beobachtung zeigt, und LINDBLAD beweist auf theoretischem Wege die Notwendigkeit, worauf aber hier nicht eingegangen werden kann, daß die Kreisbahnen sowie die schwach exzentrischen Ellipsen besonders häufig auftreten müssen. Die oben aufgezeigte Doppelwelle in Radialgeschwindigkeit und Eigenbewegung gilt nur für exakte Kreisbahnen und ist ein Effekt, der sich erst in einiger Entfernung von uns zeigen kann. (Auch bei der Eigenbewegung, da in unserer Nähe die individuellen Abweichungen überwiegen müssen.)

Die folgenden Betrachtungen gelten für unsere unmittelbare Umgebung und sind von der Entfernung nicht abhängig.

Ein Stern, der sich im gleichen Abstand R vom Zentrum mit unserem Idealstern S_0 bewegte, wäre relativ zu diesem nur so lange in vollkommener Ruhe, als er eine exakte Kreisbahn beschriebe. Nicht mehr aber bei elliptischer Bewegung. Befände er sich im Abstand R im fernsten Punkt seiner Ellipse, wir nennen diesen Punkt hier Apogalaktikum, hätte er also eine kleinere Bahnachse als S_0, so würde er zurückbleiben. Stünde er im Perigalaktikum, so würde er entsprechend vorauseilen. Befände er sich aber mittwegs zwischen Peri- und Apogalaktikum oder umgekehrt, so wäre seine Tangentialgeschwindigkeit bis auf Größen zweiter Ordnung gleich der von S_0, aber er hätte eine Bewegung in radialer Richtung, und es zeigt sich, daß im Mittel die radiale Komponente doppelt so groß sein muß als die tangentiale in bezug auf S_0. Die Geschwindigkeitsverteilung ist somit elliptisch mit dem Achsenverhältnis 1 : 2, wobei die größere Achse radial gerichtet ist*. Dies gilt nur für kleine Bahnexzentrizitäten. Werden diese beträchtlich, so nehmen die Geschwindigkeitskurven von der Ellipse abweichende Formen an und zeigen eine asymmetrische Anordnung. Ihre Mittelpunkte bleiben zurück. Fig. 3 zeigt die Verhältnisse. O ist der Geschwindigkeitsnullpunkt, P entspricht der Kreisgeschwindigkeit. Die geschlossenen Kurven um P entsprechen den Exzentritäten 0,1, 0,2 usw. Die Kreise um O entsprechen bestimmten Bahnhalbachsen, die zwischen $0{,}5\,R$ und ∞ schwanken, und teilen die Fläche in Zonen bestimmter Bahnachsenbereiche. Man könnte sich die Figur nach links symmetrisch fortgesetzt denken. Hier lägen dann die rückläufigen Bahnen, die aber, bei einem System von so großem Rotationsmoment, so selten sein werden, daß man sie vorerst ganz außer Betracht lassen kann. Die Figur gewährt einen ähnlichen Anblick wie Fig. 1, welche die Geschwindigkeitskörper für verschiedene Sternarten nach STRÖMBERG darstellt. In einem Punkte allerdings sind beide verschieden.

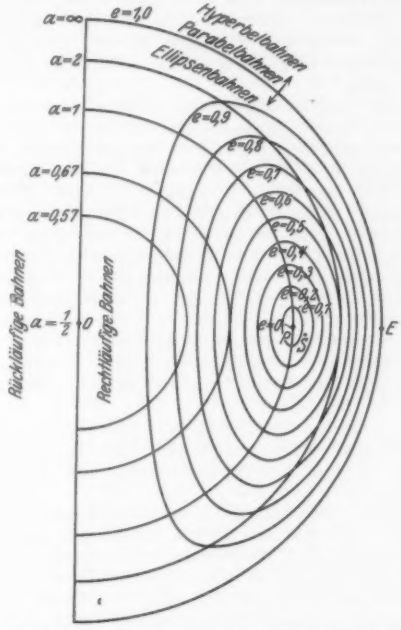

Fig. 3. Die Streuung der Geschwindigkeit von Sternen mit elliptischen Bahnen in bezug auf den Stern P mit Kreisbahn.

Bei STRÖMBERG überschneiden sich die einzelnen Kurven, hier zeigt sich nur eine mäßige Verschiebung der Mittelpunkte.

Wenn man aber bedenkt, daß die Sterne rechts vom Kreise $a = R$ Teilen des Systems angehören, die beträchtlich weiter außen liegen, wo die Sterndichtigkeit schon sehr gering ist, links davon aber aus den inneren Teilen stammen, wo die großen Massen konzentriert sind, so hat man für diese Abweichung zwischen unserer Rechnung und den Beobachtungen STRÖMBERGS eine ganz natürliche Erklärung. Die rechten Teile der einzelnen Geschwindigkeitskörper sind nicht mehr oder doch nur schwach mit Sternen besetzt, die

* Die tangentiale Relativbewegung beträgt $V_e \frac{e}{2}$, die radiale $V_e e$, wobei V_e die Kreisgeschwindigkeit, e die Bahnexzentrizität sind und e^2 vernachlässigt wurde.

linken aber übermäßig stark. Die weitaus größte Sterndichte ist aber immer noch um den Punkt P vorhanden, was auf das starke Überwiegen der zirkulären Geschwindigkeiten hinweist. In Fig. 3 bedeutet S die Geschwindigkeit der Sonne. Man sieht daraus, daß diese eine etwas größere Bahnachse besitzt, als ihr gegenwärtiger Abstand vom Zentrum beträgt, und daß ihre Bahnexzentrizität den Wert 0,1 etwas überschreitet. Die Mira-Sterne und die kurzperiodischen Cepheiden deuten auf Exzentritäten, die sich der Hauptsache nach um 0,7 bis 0,8 bewegen, die Bahnhalbachsen liegen bei $0{,}6R$. Im Perigalaktikum nähern sie sich dem Zentrum bis auf $0{,}15R$.

Die Bahnachse $0{,}5R$ ist überhaupt die kleinste, bei der Sterne unsere Gegend erreichen können, nämlich wenn ihre Bewegung in einer entarteten geradlinigen Ellipse mit der Exzentrizität 1,0 vor sich geht.

Man könnte noch an die Möglichkeit denken, daß in diesem zentralen Gebiet die Dichte so groß ist, daß nicht selten Sterne durch gegenseitige Annäherung in stark exzentrischen Bahnen hinausgeworfen werden und dadurch in unser Gebiet gelangen. Eine allerdings sehr rohe Abschätzung nach den Dimensionen von LINDBLAD zeigt, daß die mittlere Dichte des gesamten Systems von der Größenordnung einer Sonnenmasse pro Kubikparsek sein muß. In unserer unmittelbaren Nähe ist sie viel kleiner, etwa 0,05. In den inneren Teilen muß sie demnach noch viel größer als der Mittelwert sein, und es werden gegenseitige Störungen der Sterne sehr viel häufiger vorkommen als bei uns.

Die Sternarten, welche die Asymmetrie nach STRÖMBERG zeigen, sind somit solche, die vorzugsweise in den inneren Partien des Systems vorkommen.

Wir hatten bisher das System als zweidimensional aufgefaßt, d. h. wir hatten nur die Bewegungen in der Symmetrieebene betrachtet. Die Bewegungen senkrecht zu dieser Ebene werden durch die Neigungen der einzelnen Sternbahnen dargestellt. Für den Einzelstern ist natürlich die Bahnneigung unabhängig von den anderen betrachteten Elementen, Bahnhalbachse und Exzentrizität. Für einen stationären Gleichgewichtszustand im ganzen System sind aber im Mittel die Bewegungen in der dritten Komponente, die Neigungen, durchaus nicht frei. Für seine ideale Annahme von homogenen Ellipsoiden fand LINDBLAD, daß die mittlere Bewegung in der dritten Komponente ebenso groß sein müßte wie in der radialen. Das Geschwindigkeitsellipsoid hätte also zwei gleich große Achsen in der radialen und der dritten Richtung und eine halb so große in der tangentialen Richtung. Die Beobachtungen zeigen aber, daß die Bewegung in der dritten Komponente durchweg am geringsten ist. LINDBLAD weist darauf hin, daß dies eine notwendige Folge der tatsächlichen Massenverteilung sein muß. Besonders die Sterne großer Massen werden sich im Lauf der Zeit mehr und mehr um die Symmetrieebene konzentrieren. Die räumliche Anordnung der Sterne zeigt dies sehr deutlich. Die durchschnittliche Entfernung der B- und c-Sterne von der Ebene beträgt weniger als 100 Parsek, woraus sich bei dem Abstand des Rotationszentrums von 6000—8000 Parsek eine mittlere Neigung von weniger als 1° ergibt. Die Sterne des Spektraltypus A und die hellen K-Sterne, die sog. Riesen, zeigen eine stärkere Geschwindigkeitsstreuung in allen drei Komponenten und, wie Abzählungen von PANNEKOEK zeigen, eine langsamere Dichteabnahme nach außen. Die A-Sterne nehmen dabei eine Zwischenstellung zwischen B und K ein.

Das Bild, das wir uns hier nach der Rotationstheorie vom Bau unseres Sternsystems machen können, ist also in großen Zügen folgendes:

Ein Kern mit sehr großer Massendichte befindet sich in etwa 8000 Parsek Entfernung von uns. Um diesen sind eine Reihe von konzentrischen, abgeplatteten Rotationsellipsoiden gelagert, deren äußerstes etwa 20 000 Parsek Durchmesser besitzen mag und mindestens im Verhältnis 1 : 50 abgeplattet ist. Dieses enthält auch die meisten OB- und c-Sterne. In gewisser Hinsicht erinnert das Bild an den Saturn mit seinen Ringen, bei dem wir auch eine große Zentralmasse, den Planeten, haben und um ihn in der Äquatorebene den Ring, der aus Einzelkörpern besteht, die in KEPLERschen Ellipsen fast genau in einer Ebene rotieren. Zwei prinzipielle Unterschiede bestehen allerdings. Einerseits ist beim Saturn die Masse der Ringe im Vergleich zur Zentralmasse verschwindend klein, im Sternsystem sind beide Massen von gleicher Größenordnung, was dynamisch erhebliche Unterschiede ergeben muß. Andererseits ist das Saturnsystem streng rotationssymmetrisch. Im Sternsystem ist dies nur bei dem Idealbild der Fall, das hier entworfen wurde. In Wirklichkeit sind die Sterne recht ungleichmäßig verteilt, insbesondere zeigen die Sterne der Spektraltypen O, B und A, also diejenigen, welche am meisten in der Mittelebene konzentriert sind, eine Neigung zu Anhäufung in Wolken oder kleineren engen Gruppen, zwischen denen größere relativ leere Räume vorhanden sind. Bei diesem Unterschied spielt aber wohl der Umstand eine große Rolle, daß das Saturnsystem ein „fertiges System" ist, das Sternsystem aber ein „in Bildung begriffenes". Die Teilchen des Saturnringes machen etwa 10^3 Umläufe pro Jahr. Nach unserer Auffassung haben sich die Planeten des Sonnensystems der Reihe nach von außen nach innen gebildet. Da das Alter der Erde nach Ausweis der radioaktiven Methode mindestens 10^9 Jahre ist, muß seit Bildung des Saturnsystems mehr als diese Zeit verflossen sein, d. h. es haben mehr als 10^{12} Ringumläufe stattgefunden, eine Zeitspanne, die genügen dürfte, ein System, das überhaupt einem stabilen Zustand zustrebt, in einen solchen überzuführen. Anders im Sternsystem. Der Umlauf

eines Sternes im Abstand 8000 Parsek vom Zentrum beträgt nach dem oben Gesagten etwa $2 \cdot 10^8$ Jahre. Die Lebensdauer der Sterne wird zu $3 \cdot 10^9$ oder zu 10^{12} Jahren angegeben, je nachdem man ihre Energiestrahlung auf radioaktive Prozesse (NERNST) oder auf dem Abbau von Materie (EDDINGTON) zurückführt. Wir kommen somit auf 15 oder 5000 Umläufe. Besonders bei der ersten Annahme dürfte hier schwerlich ein stabiler Endzustand erreicht sein.

Auf der anderen Seite ähnelt unser Bild einem Spiralnebel, wie er von der Seite gesehen aussieht (sog. Spindelnebel). Eine Rotationssymmetrie existiert in einem solchen Gebilde noch nicht. Es ist natürlich schon eine alte Idee, daß unsere Milchstraße ein solcher Spiralnebel sei. Von einigen Spiralnebeln konnten wir die Entfernungen und Dimensionen angeben, und es zeigte sich, daß diese viel kleiner seien als unser Milchstraßensystem. Dieses wäre also dann ein außergewöhnlich großer Spiralnebel, was natürlich kein Einwand gegen die Spiralhypothese sein kann. Dagegen hat SHAPLEY neuerdings die Hypothese der „Supergalaxy" aufgestellt, wonach unsere Milchstraße ein Konglomerat aus Einzelsystemen sein soll, Spiralnebeln und andersgearteten Sternhaufen, ähnlich wie der Augenschein sie uns bei einigen entfernten Nebelfleckanhäufungen in Coma-Virgo und Ursa Major darbietet. Mag vielleicht die Auffassung von SHAPLEY richtig sein, sie läßt sich jedenfalls vorerst in kein dynamisch klares Schema bringen, das einer speziellen Untersuchung und Prüfung zugänglich wäre. Die oben aufgezeigte Rotationstheorie ist in der Lage, ein streng formulierbares Untersuchungsprogramm aufzustellen.

Wenn bisher nur, und ohne einzelne Beweise, die der Rotationstheorie günstigen Beobachtungen hervorgehoben wurden, so soll zum Schluß noch auf einige Schwierigkeiten eingegangen werden. Viele Forscher nehmen an, daß wir uns nicht weit von der Mitte einer starken Sternanhäufung befinden, dem örtlichen Sternsystem oder Local Cluster. Von diesem Gebilde bleibt in der Rotationstheorie nicht viel übrig, auch zeigten vor allem Untersuchungen von PANNEKOEK (6), daß diese Anhäufung nur scheinbar sei. Eine Untersuchung von TRÜMPLER (7) über die sog. offenen Sternhaufen scheint aber mit aller Deutlichkeit auf ein solches örtliches System hinzuweisen. Die von ihm untersuchten Objekte liegen fast alle in einer ebenen Platte von wenigen 100 Parsek Dicke und mehreren 1000 Parsek Durchmesser. Die Raumdichte nimmt nach außen hin rapide ab, so daß unsere Sonne nach TRÜMPLERS Werten nur wenige 100 Parsek vom Zentrum absteht. Aus gewissen Beobachtungen ist TRÜMPLER einer interstellaren Absorption auf die Spur gekommen, die sich nur innerhalb dieser Platte auswirkt und die 0,7 Größenklassen pro 1000 Parsek betragen soll. Eine Untersuchung von BOTTLINGER und SCHNELLER (8) zeigt nun, daß diese Absorption in unmittelbarer Nähe der Milchstraße anscheinend noch größer ist als nach TRÜMPLER und daß wahrscheinlich die Dichteabnahme nach außen hin nur durch die Absorption vorgetäuscht wird. Dadurch könnte auch die vollständige Unsichtbarkeit des in 6000—8000 Parsek Entfernung postulierten Kernes ihre Erklärung finden.

Eine weitere Schwierigkeit bieten die Sternströme. Es gibt eine Mengen von Sternen, die durch gruppenweise gemeinsame Bewegungen eine Zusammengehörigkeit verraten, z. B. die Ursa Major- und die Taurusgruppe. Wenn solche Sterne eng zusammenstehen, so ist ihre gegenseitige Anziehung größer als der Gradient des allgemeinen Feldes, und sie werden ein engeres System bleiben. Ist ihr gegenseitiger Abstand größer, so werden sie auseinandergerissen und werden in fast parallelen Bahnen im Laufe der Zeit sich beliebig weit voneinander entfernen, wie durch die Attraktion der Sonne die Kometen in Meteorschwärme zerrissen werden. Einmal über die Stabilitätsgrenze hinaus, werden sie in einer Zeit, die auf jeden Fall klein gegen die Lebensdauer der Sterne sein muß, vollständig auseinanderlaufen. Wie groß diese Zerstreuung sein muß und wie sich die Sterngruppen in diesem Sinne tatsächlich verhalten, ist noch nicht untersucht worden. Ein Überschlag von mir zeigte aber, daß Gebilde wie die Plejaden völlig stabil sind. Vielleicht könnte eine genauere Untersuchung der Ursa Major- oder Taurusgruppe einmal dazu führen, den Zeitpunkt der Auflösung dieser Gebilde aus einem geschlossenen in ein offenes System zurückzurechnen.

Ob die Rotationstheorie all diesen Untersuchungen standhalten kann, muß abgewartet werden. Es war versucht worden (9), die eigentümliche Doppelwelle in der Radialgeschwindigkeit auf eine Rotation des örtlichen Systems zurückzuführen. Das ist aber ganz unmöglich, da eine solche Doppelwelle nur entstehen kann, wenn das Zentrum erheblich weiter von uns entfernt ist als das Untersuchungsbereich.

Es ist zu hoffen, daß die nächsten Jahre das Problem der Konstitution unseres Sternsystems erheblich fördern werden.

Literatur: 1. LINDBLAD, a) Arkiv för Matematik, Astronomie och Fysik (Stockholm) **19**, A 21, A 27, A 35; **20**, A 7, A 17; **21**, A 3, A 15 — b) Astr. Nachr. **236**, 181 — c) Monthly Notices **90**, 503. — 2. OORT, Bull. Astr. Instit. Netherlands Nr 120, 132, 133, 159. — 3. FREUNDLICH u. v. D. PAHLEN, Potsdamer Publ. Nr 86. — 4. PLASKETT u. PEARCE, Monthly Notices **90**, 243 — PLASKETT, Monthly Notices **90**, 616. — 5. DYSON, Monthly Notices **90**, 233. — 6. PANNEKOEK, Publ. Astr. Inst. Amsterdam Nr 2 (1929). — 7. TRUMPLER, Lick Obs. Bull. Nr 420. — 8. BOTTLINGER u. SCHNELLER, Z. f. Astrophysik **1**, 339 (1030). — 9. MINEUR, Monthly Notices **90**, 516.

Der holländische Botaniker, Bakteriologe und Biologe M. W. Beijerinck †.

Von ADOLF MAYER, Heidelberg.

Auch wieder nur persönliche Erinnerungen, kein abgerundeter Nekrolog mit allseitiger Würdigung seiner großartigen Leistungen für diesen genau mit der Jahreswende Dahingeschiedenen. Aber die Berührung seiner und meiner eigenen Lebensbahn ist eine so innige und diese längere Zeit gleichläufig, daß diese Umstände mir die Feder befehlerisch in die Hand drücken zur getreuen Darstellung. BEIJERINCK wurde fast gleichzeitig (obwohl nicht bei der eigentlichen Gründung der Landwirtschaftsschule, die später zu einer bedeutenden Hochschule emporblühen sollte) nach Wageningen berufen, hat dort mit mir zusammen noch im selben Jahre 1876 die jetzt noch blühende naturwissenschaftliche Gesellschaft gegründet, die uns vor wissenschaftlicher Versumpfung in der geldrischen Kleinstadt bewahren sollte; seine Berufung (in den achtziger Jahren) als Bakteriologe an die große Delftsche Hefe- und Spiritusfabrik durch den hochintelligenten Direktor VAN MARKEN ist durch meine Hände gegangen. Aber das Aufsehen, das BEIJERINCKS experimentelle Arbeiten zunächst auf dem Gebiete der Pflanzenzellen, dann der eigentlichen Wissenschaft der kleinsten Lebewesen gemacht hatten, war so groß, daß er schon in jungen Jahren zum Mitglied der Amsterdamer Akademie der Wissenschaften ernannt worden ist. Erwähnenswert ist auch seine intime Freundschaft mit VAN 'T HOFF, dem Schöpfer der „Chemie im Raume", an dessen weittragenden wissenschaftlichen Plänen BEIJERINCK großen Anteil nahm. Beide waren in Utrecht in noch untergeordneten Stellungen zusammen gewesen, VAN 'T HOFF an der Vieharzneischule, welcher Umstand einen bekannten Leipziger Ordinarius, dem der junge aufstrebende Holländer unbequem war, zu dem spöttischen Ausrufe veranlaßte, ob der VAN 'T HOFFsche *Pegasus*, den er in seinen unmöglichen Phantasien bestiegen, aus dem Stalle der Vieharzneischule gebürtig sei. Nun, die jungen Leute, sich ihrer Kraft und der Zukunft bewußt, lachten herzlich über dergleichen damals üblichen Anrempelungen, wenn VAN 'T HOFF zu dem Besuche seines Freundes von Utrecht herüberkam.

Freilich war BEIJERINCK wissenschaftlich eine ganz andere und seinem Freunde beinahe entgegengesetzte Natur. Nicht in der Phantasie zur kühnen Neuordnung gegebener Tatsachen lag seine Kraft, sondern in der feinsten Beobachtung, mit der er *neue Erfahrungen* schuf. Ein Mikroskopiker von seltener Gründlichkeit, ein Experimentator von fabelhafter Findigkeit! Ich möchte BEIJERINCK in dieser Beziehung mit dem Chemiker ROBERT BUNSEN vergleichen, mit dem er auch die Abneigung gegen vorschnelle Verallgemeinerungen teilte. Und dieser Zug ist, wie ich glaube, psychologisch nicht uninteressant. Die Geister, die durch ihre besondere Geschicklichkeit neue Gebiete erschließen, Tatsachen auf Tatsachen häufen und dazu mit einem starken Gedächtnisse ausgerüstet sind, bedürfen der zusammenfassenden Theorien weniger, die allerdings für den Fortschritt der Wissenschaft notwendig sind, weil erst durch sie die Forschung auf die Feststellung der wichtigsten Tatsachen gerichtet wird. Sie bedürfen sie weniger, weil ihr Wissen von der Natur der Dinge umfassend genug ist, um des Generalisierens, das auch dem Unwissenden erlaubt, die einzelne Tatsache aus der Regel oder dem Gesetze abzuleiten, entbehren zu können. Mit anderen Worten, Theorien sind nicht bloß logische richtige Induktionen, ohne welche auf die Dauer die Wissenschaft nur ein Sammelsurium von unübersehbaren Tatsachen und eben deshalb keine ernste Wissenschaft sein würde. Aber zugleich und einstweilen ist die Theorie auch die bequeme und darum von den vielumfassenden Geistern verachtete Eselsbrücke, und zu diesen gleichfalls hochachtbaren Geistern möchte ich mit BUNSEN auch BEIJERINCK gerechnet sehen.

Das von BEIJERINCK geschaffene Tatsachenmaterial ist unübersehbar groß, und es ist ein großes Glück, daß die Sitte, ausgezeichneten Gelehrten zum siebzigsten Geburtstag eine Prachtgabe ihrer sämtlichen Werke als Gabe der schuldigen Dankbarkeit zu überreichen, damals auch bei ihm befolgt worden ist, und daß die fünf stattlichen Quartbände mit schönen Wiedergaben der zahlreichen Mikrophotos geziert sind. Auch ist der Text nur zum kleinsten Teil in holländischer Sprache, sondern größerenteils in den drei Weltsprachen, in der der Gefeierte häufig seine Entdeckungen bekanntgab, abgefaßt.

Es ist nun — und das gilt auch wohl für den Fachmann — nicht ganz leicht, in runden Worten anzugeben, welche großen wissenschaftlichen Taten von BEIJERINCK auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Bakteriologie vollbracht worden sind. Es handelt sich um Hunderte von neuen und fast immer zuverlässigen Beobachtungen auf dem Gesamtgebiete dieser Wissenschaft. Neue Formen, morphologische Umgestaltungen, Ernährungsbedingungen, Atmung, Gärwirkung usw. der allerverschiedensten Art. Zum Glück kann hier eben auf die gesammelten Werke hingewiesen werden, die nahezu alles enthalten und an jeder Fachbücherei der gelehrten Welt allgemein zugänglich sind. Wenn es aber dem belangstellenden Freunde, obgleich Nichtfachmanne, vergönnt sein mag, Besonderheiten hervorzuheben, so ist es, daß BEIJERINCK kein Freund der theoretischen *Reinkultur* der Einzelzelle, wie ROBERT KOCH und andere tonangebende Bakteriologen sie mit so großem praktischen Erfolge übten, war, sondern (als genauer Kenner des ganzen mikrobiotischen Lebens) eine *praktische Reinkultur*, von ihm bescheidentlich nur *Akkumulation* genannt, anwandte, die darauf beruhte, daß man ein beliebiges von Haus aus

unreines Material unter Lebensbedingungen brachte, die züchterisch alles andere erstickte, erdrückte und endlich vernichtete, so daß schließlich nur das Gewünschte übrigblieb.

Um diesen einfacheren Weg zu gehen, war aber natürlich eine große Kenntnis aller Lebensbedingungen, Wärme, Nahrung, Reaktion, Luftzufuhr, Partialdruck des Sauerstoffs, alles dies zusammen sehr bezeichnend *Klima* benannt, notwendig. Und das war eben des Vielerfahrenen große Stärke. Freilich ist wohl zuzugeben, daß seine praktische Methode, zu der er wohl zum Teil durch seine praktischen Erfahrungen in der großen Hefefabrik gekommen war, auch ihre Gefahren hat, da das gleiche Klima auch manchmal wieder Formen wandelt und dem schon an das gewählte Klima gewöhnten ähnlich macht, gerade wie Menschenrassen unter den gleichen klimatischen Bedingungen einander ähnlich werden. Infolgedessen sind Verwechslungen bei solchen Verfahren nicht ausgeschlossen, und dazu kommt, daß Wandelbarkeit der Form bei den niedrigsten Lebewesen eine noch nicht ganz geschlossene Frage ist. Da drohen Fehlschlüsse wie die HALLIERS, für die selbst ein so bedeutender Botaniker wie NÄGELI Reuegeld bezahlen mußte. Aber BEIJERINCK war geschickt genug, solchen Gefahren aus dem Wege zu gehen.

Aus dieser Methode erblühten die vielen Rezepte, die BEIJERINCK gab, um ganz bestimmte Gärungen oder andere an ganz bestimmte Formen gebundene Umsetzungen zu erzielen: Man braucht z. B. nur etwas reines Wasser, in welchem eine kleine Menge Kaliphosphat gelöst ist, in eine größere Flasche zu tun und mit einer kleinen Menge von Wasser, das wochenlang über Gartenerde gestanden, zu impfen, und man erzielt bei Zimmertemperatur nach einigen Wochen eine Haut, ähnlich der „Kahmhaut" auf abgestandenem Wein oder Bier, die aber unter dem Mikroskop sich als etwas ganz anderes erweist. Feine, kurze Stäbchen ohne Eigenbewegung oder Fruktifikation. Dies sind Verwandte der Tuberkulose- und Diphtheritisbacillen: *Actinomyceten*, die von den Spuren *Kohlenwasserstoff* in der Luft leben, von Sumpfgas u. dgl. methanartigen Abscheidungen aus dem Verdauungsprozeß der Wiederkäuer, oder dem Leuchtgas.

Ein anderes Rezept gleicht dem eben gegebenen auf ein Haar; nur wird der Kultur noch ein wenig Schwefel und Kreidepulver zugefügt. Dann entstehen oder vielmehr festigen sich Schwefelsäurebakterien, und aus der Lösung scheidet sich Gips aus. Die *Energien*, die auch zu dem Zustandekommen dieses Lebens notwendig sind, werden hier von dem *Schwefel* bestritten, der sich im Verlaufe des Prozesses mit Sauerstoff vereinigt. Wieder auf andere Weise, aber mit der gleichen Sicherheit, erhält man kleine Lebewesen, die ihr Leben auf Kosten von *Wasserstoff* bestreiten, der auch wie das Sumpfgas in der Luft in kleinen Mengen vorhanden ist.

Wieder andere, die eigentlichen *Schwefelbakterien*, leben vom Schwefelwasserstoff. Schließlich werden alle von der unreinen Luft lebenden Mikroben mit einem gemeinschaftlichen Namen: *Aithrobios* genannt. Es besteht eine ganze Welt von der Luft lebenden kleinen Lebewesen, um die zu erkennen das Mikroskop notwendig ist, und jetzt von genialen praktischen Methoden, deren sich BEIJERINCK, gestützt auf eine riesige Erfahrung, bedient, um derselben in genügender Reinheit habhaft zu werden. Auch wie man Milchsäurebakterien aus angesäuerter Milch, aber sogleich in hinreichender Reinheit erhält, wird rezeptmäßig angegeben[1].

Die eingehende Beschäftigung mit dem *Aithrobios* hat aber auch ihre weittragende Bedeutung für *kosmogenische Theorien* jeder Art. Obgleich BEIJERINCK selber, der gerne auf festem Boden bleibt, sich wenig mit solchen beschäftigt. Die Vorstellung des Entstehens, des ersten organischen Lebens auf unserer Erde hat bekanntlich ihre großen Schwierigkeiten. Es muß hierzu nicht bloß der *Keim des organischen Lebens*, den man sich bekanntlich nach der Idee des Lords KELVIN aus dem *Universum* und nach neueren Vorstellungen aus diesem durch *Lichtdruck* zugeführt lassen denken kann; es muß auch schon organischer Stoff vorhanden sein, weil man nicht wohl schon die grüne Alge, auch nicht die Blaualge B.s mit ihrer schon erheblich höheren Organisation als *Anfang alles Lebendigen* setzen kann. Nun wohl, der *Aithrobios* BEIJERINCKS erleichtert diese Schwierigkeiten um die Hälfte. *Schwefel, Schwefelwasserstoff* und Kohlensäure konnte, ja mußte auf der nackten lebenslosen Erde schon vorhanden sein, da die vulkanischen Erscheinungen nichts mit der Lebewelt zu tun haben, das heißt: Nichts zu ihrem Vorhandensein, aber vielleicht mit ihrer Geburt[2]. Ich wage diesen Fingerzeig als Folge der BEIJERINCKschen Entdeckungen, obgleich denselben der Empiriker selber nicht gegeben zu haben scheint. Aber man sieht daraus, wie weithin fruchtbar sein großes Wissen und Können noch möglicherweise werden wird. — Das alles ist natürlich nur ein kleiner Ausschnitt von BEIJERINCKS vielseitigem Lebenswerk, denn der Verstorbene war nichts weniger als ein sich auf ein kleines Gebiet beschränkender, wie auf diesem eine große Virtuosität gewinnender Spezialist, sondern er beherrschte Wissen und Können aller zu seinem Fache in Beziehung stehender Nachbardisziplinen: Physik, Chemie, Physiologie usw., und nur dadurch konnte sein Lebenswerk eine so große Bedeutung gewinnen für die gesamte *Biologie* und selbst für die Heilkunde. Ein Arzt hat ihm in der bedeutendsten holländischen Zeitung einen glänzenden Nachruf gewidmet, in dem der Verstorbene an Bedeutung

[1] Kgl. Akademie d. Wetensch. **1915**.

[2] Vgl. die Abhandlung des Verfassers: Die Bewohnbarkeit der Sterne. Naturwiss. Wschr. **1914**, Nr 27. u. P. LOVELLS, Mars as the abode of life. New York 1908.

mit LEEUWENHOEK und DONDERS in eine Reihe gestellt wird. Spezialist war er nur insofern, als er sich um Geisteswissenschaften, Ökonomie und Soziologie gar nicht bekümmerte. In jeder *Naturwissenschaft* war er gründlich beschlagen und es war nicht allein seine angeborene Findigkeit, die ihm so ungewöhnliche Erfolge sicherte und die bei seiner ersten Arbeit über die Pflanzenzellen bis in die medizinische Pathologie hinüberreichte.

Ich konnte mir nicht die Aufgabe stellen, von dem ungeheuren Lebenswerke des Dahingeschiedenen ein vollständiges Bild zu entwerfen, sondern mußte mich dazu bescheiden, durch meine persönlichen Erinnerungen einen Beitrag zu liefern zu dem wissenschaftlichen Bildnis des seltenen Mannes. Zunächst mehr äußerliche Züge. BEIJERINCKS war in Wesen und Gestalt kein typischer Holländer. Allerdings starkknochig und robust und vaterländisch gesinnt, auch geistig von zäher Kraft und Ausdauer, aber doch dunkel mit starken Brauen, leidenschaftlich und geradezu impulsiv. Vielleicht hat etwas wallonisches Blut den Charakter beeinflußt. Aus guter Familie, doch nach dem Verluste des Vaters in kleinen Verhältnissen aufgewachsen, körperlich bedürfnislos. Doch wußte er die wenigen Bedürfnisse, die er hatte, mit erstaunlicher Energie durchzusetzen, so einen Spaziergang in einer geliebten Gegend mit stundenlanger Eisenbahnfahrt zu erkaufen. Gutherzig in hohem Maße — wenn er gerade Geld hatte, so hatten es darbende Kollegen auch —, war er doch dem Ehestand abgeneigt. Eine kongeniale Schwester, die künstlerische Studien gemacht hatte und uns bei Abbildungen zu Abhandlungen ihre ausgezeichnete Hilfe verlieh, hat ihn bis zum Ende betreut. Sein ganzer reicher und fruchtbarer Geist war auf das eine Ziel gerichtet, das *Rätsel des pflanzlichen Lebens lösen zu helfen*. Politik — Unsinn: ein unsauberes Geschäft, unwissenschaftlich durch und durch. Nur mit Verachtung sprach er von dieser Betätigung.

Seine Lehrschule war wesentlich sein Vaterland. Doch war er von keinem seiner heimischen botanischen Lehrer in seiner Schaffensrichtung beeinflußt. Von ausländischen Größen war er am meisten dem Schweizer NÄGELI, der damals in München dozierte, zugetan. Bei DE BARY in Straßburg hat er, da er schon selber Dozent war, einige Monate gearbeitet und hat von dessen Methoden Nutzen gezogen.

In den achtziger Jahren verließ er Wageningen, einem Ruf als wissenschaftlicher Berater in die schon genannte Fabrik folgend, die zugleich auch als Vorbild der Lösung der *sozialen Frage* mit Erfolg tätig war. Doch hat er auch hier, und hier erst recht, seine vielseitigen wissenschaftlichen Arbeiten fortgesetzt, so daß die öffentliche Meinung bald erkannte, mit welcher seltenen Kraft auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Forschung man es zu tun hatte und man ihm einen Lehrstuhl mit nach seinen Angaben gebautem Forschungsinstitut an der Polytechnischen Hochschule in Delft einräumte, hier hat BEIJERINCK dann viele Jahre bis zu seiner Zurruhesetzung nach dem Erreichen der gesetzlichen Altersgrenze gelehrt und geforscht. Als Lehrer aufopfernd aber streng — einen frechen Signo (javanisches Halbblut) hat er einmal im Lehrerkollegium zur Relegation vorgeschlagen und seinen Willen unerbittlich durchgesetzt. Nach Niederlegung seines Amtes und hohen Ehrungen hat BEIJERINCK sich dann in ein kleines nordholländisches Dorf zurückgezogen und ist da, beinahe vergessen von der großen Welt, aber unvergessen von der naturwissenschaftlichen, im achtzigsten Lebensjahre an einem Magenleiden gestorben.

Und zu dem „Ehre seinem Andenken" einen kleinen Beitrag aus der *persönlichen Berührung* mit dem großen Toten. Da ich, das erste Jahr in Wageningen, noch schlecht die Landessprache beherrschte, unterhielt er sich mit mir und in meinem Hause in meiner Muttersprache. Aber welche originelle Wortbildungen, typisch für einen so originellen Geist, gab es da: „Haben Sie sich zu ihrem Vergnügen geinstalliert?" „Die Dame ist misgemacht (verwachsen)." Oder er sagte zu einem Säugling auf dem Arme der Mutter: „Wie geht es Ihnen?" Aber immer verstand man ihn und hatte etwas zum Lachen, das er sich gutmütig gefallen ließ. Mit meinen ältesten Jungen botanisierte er, da dieser noch nicht zur Schule ging. Und wirklich ist ein tüchtiger Botaniker aus diesem erwachsen. Dies Anekdotenhafte erscheint unwichtig, aber es ist charakteristisch für das Naive und Treuherzige des Verstorbenen.

BEIJERINCK war dabei ein Todfeind jeder Phrasenhaftigkeit. Er schrieb seinen einfachen logischen Stil ohne alle und jede Künstelei oder Ornamentik. Zu den schönen Künsten hatte er überhaupt wenig Beziehung, d. h. zu allem, was etwa ästhetisierend genannt werden könnte, womit nicht gesagt ist, daß er keinen Sinn für *guten Geschmack* auch im Stilistischen gehabt hätte. Aber was von Kunst in ihm war, das floß ganz von selbst in seine Feder ohne jede Reflexion und nicht von des Gedankens Blässe angekränkelt, wie das ja auch für die Kunst des Pinsels bei seinen Landsleuten, den großen Niederländern, der Fall ist. Für eine nur aus rhetorischen Floskeln bestehende Rede hatte er ein recht grobes Geschütz von Scheltworten im Vorrate, die er ohne Menschenfurcht am richtigen Platze gebrauchte, dennoch keine Schimpfwörter, weil sie immer wohlverdient waren. Die Zeichnungen BEIJERINCKS sind wundervoll, seine Handschrift ganz abscheulich. Und wieder, charakteristisch genug: alles Reden an seinem Grabe hat er sich verbeten.

Und dann in bezug auf die Wissenschaft. Im Jahre 1883 fand ich die Übertragbarkeit der durch mich benannten „Mosaikkrankheit" am Tabak, die damals in der Umgegend wütete, und einige Jahre später gelang es einem Tabakpflanzer der Umgegend, die Krankheit zu vermeiden, indem er,

dem gegebenen Winke folgend, die Erde in den Mistbeeten, in welchen die jungen Pflanzen gesäet wurden, erneuerte. Ich bin nicht ganz sicher, ob nicht schon meine Impfversuche, die dies glückliche Resultat zeitigten, ganz allein auf meinem Acker gewachsen sind, ob nicht dabei schon ein suggestiver Einfluß des genialen Experimentators an meiner Seite mit tätig war. Jedenfalls aber griff er den glücklichen Fund auf, und hat vielfache Versuche auf diesem Gebiete angestellt und eine ganz neue Lehre des „flüssigen Virus" oder wie man auch sagen könnte, der *Ultrabakterien* aufgestellt[1]. Denn in der Tat handelte es sich dabei, wie man jetzt weiß, um durch Kleinheit unsichtbare Lebewesen. Die Sache selber ist auch praktisch von der größten Bedeutung. Noch voriges Jahr kam eine australische Doktorandin für ihre Doktordissertation zu mir nach Heidelberg, um bei dem ursprünglichen Entdecker der rätselhaften Krankheit, die auch auf die Tomaten und andere Gewächse (auch Nichtsolanen) verheerend wirkt, ihr Studium der Erscheinung zu beginnen. Mosaikkrankheit ist jetzt ein Begriff von „planetarischer Bedeutung" und viel weiter als bis zur Wissenschaft der Übertragbarkeit scheint man bisher nicht gekommen zu sein.

Dies ist der wichtigste, aber nicht der einzige Berührungspunkt. Ein anderes Beispiel beweist zugleich die Gerechtigkeit gegenüber den Verdiensten Anderer. Ich hatte einst Versuche gemacht zur Erklärung der Entstehung der *Humusstoffe*, die noch ziemlich im Dunkeln liegt. Alle möglichen Pflanzenbestandteile: Stärke, Zellstoff, Eiweiß wurden, mit feuchtem Sande vermischt, sich selbst überlassen und nach Jahren untersucht. Den Humusstoffen ähnlich reagierende Stoffe wurden nur aus *Gerbstoffen* gewonnen, aber die Sache nicht näher verfolgt, weil meine Berufspflichten mir wenig Zeit ließen. BEIJERINCK war der einzige, der diese Andeutungen in seinen Schriften erwähnte und die Sache ist wichtig, da die Gerbstoffe eine mehr und mehr erkannte, wichtige Rolle im Pflanzenleben spielen und sogar mit dem Transport von Stärke in Beziehung zu stehen scheinen.

Auch sonst haben BEIJERINCKS Untersuchungen der praktischen Landwirtschaft Nutzen gebracht. Unter anderem verdankt sie ihm die Reinzucht der die Falterblütigen von der Stickstoffdüngung unabhängig machenden Knöllchenbakterien.

Noch interessanter vielleicht ist BEIJERINCKS Stellung zu der BUCHNERschen *Zymase*, die vondem Entdecker und den meisten Biologen einfach den Enzymen eingereiht wurde, während BEIJERINCK in völliger Übereinstimmung mit dem Verfasser dieser Erinnerungen von vornherein Front gegen diese voreilige Auffassung zu machen sich berufen fühlte. Die Zymase gleicht mehr einem *Plasmastück* mit einem Rest geheimnisvollen Lebens als einem chemischen Individuum, während sich die Wirkungen der Enzyme noch vielfach durch Kontakt mit ganz *einfachen chemischen Stoffen*, z. B. Mineralsäuren, oder selbst durch Temperaturerhöhung ersetzen lassen.

Überhaupt Gärung: Niemand hat wohl tiefere Einblicke in das Wesen derselben getan, und in meiner erst kürzlich in 7. Neuauflage erschienenen *Gärungschemie*[1] ist kein Name (selbst PASTEURS) nicht) öfter genannt als der BEIJERINCKS, der also nicht bloß ein genauer Bakterienkenner und Züchter gewesen ist, sondern ein genialer *Biologe* mit tiefster Einsicht in die Natur des organischen Lebens.

Auch nachdem der große Bakteriologe schon lange in Delft war, kam er noch von Zeit zu Zeit treulich nach Wageningen herüber, uns im naturwiss. Vereine, dessen langjähriger Sekretär er gewesen, einen Vortrag zu halten mit erstaunlichen Experimenten (über Leuchtbakterien u. dgl.), die immer gelangen. Sein Andenken wird bleiben. Wer des Lebens Kern erfaßt, hat in der Geschichte der Wissenschaft ewiges Leben.

[1] Daß der Virus durch Papierfilter geht, hatte ich schon gezeigt. Vgl. Landw. Versuchsstat. **1886**, 464.

[1] Heidelberg 1927.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *kurzen Originalmitteilungen* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer raschen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken. Bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Origin of Cosmic Penetrating Radiation.

In 1904 (Nature **70**, 101) JEANS pointed out the possibility of energy being derived from the total annihilation of matter, positive and negative charges rushing together and neutralising one another. In 1918 (Problems of Cosmogony and Stellar Dynamics P. 287) he applied this idea to the calculation of the length of life of stars. During the last few years many speculations have been made attributing the origin of cosmic radiation to the annihilation of an electron and a proton. The following speculation may therefore be permitted.

Let us consider a „Hohlraum" at a high temperature T° A, where free electrons and protons are in thermodynamic equilibrium, so that the Kinetic energy of an electron or a proton is $\frac{3}{2} k T$. Now if an electron and a proton neutralise and so annihilate each other, the result will be, in accordance with general quantum principles, the production of a single quantum of radiation (photon) of energy $(m + M) c^2 + 3 k T$, where m = mass of an electron and M = mass of a proton. If ν be the frequency of this radiation, we have

$$(1) \qquad h\nu = (m + M) c^2 + 3 k T .$$

According to PLANCK the total spatial density U of black radiation at temperature T is given by

$$U = \int_0^\infty u_\nu d\nu = \frac{8\pi h}{c^3}\int_0^\infty \frac{\nu^3 d\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} = \frac{8\pi h}{c^3}\int_0^\infty (e^{-\frac{h\nu}{kT}} + e^{-\frac{2h\nu}{kT}} + e^{-\frac{3h\nu}{kT}} + \text{etc.})\,\nu^3 d\nu$$

$$= \frac{48\pi h}{c^3} \cdot \left(\frac{kT}{h}\right)^4 \cdot \frac{\pi^4}{90}. \qquad (2)$$

On the other hand, a photon can, according to ORNSTEIN and BURGER, be regarded as a sphere of radius equal to the wave-length of the associated radiation. Therefore the energy-density D in the photon under consideration is given by

$$D = \frac{h\nu}{\frac{4}{3}\pi\lambda^3} = \frac{3h\nu^4}{4\pi c^3}. \qquad (3)$$

If we now assume that the energy-density in the photon is equal to that in the „Hohlraum" under consideration, we have from (2) and (3)

$$\frac{48\pi h}{c^3} \cdot \left(\frac{kT}{h}\right)^4 \cdot \frac{\pi^4}{90} = \frac{3h\nu^4}{4\pi c^3}, \text{ whence}$$

$$kT = 0{,}1957\ h\nu. \qquad (4)$$

From (1) and (4) we get

$$h\nu(1 - 0{,}5871) = (m + M)c^2, \text{ whence}$$

$$\nu = \frac{(m + M)c^2}{h(1 - 0{,}5871)} = 5{,}5 \cdot 10^{23},$$

and $$\lambda = \frac{h(1 - 0{,}5871)}{(m + M)c} = 0{,}54 \cdot 10^{-13}\ \text{cm}.$$

This wave-length agrees very well with the wave-length $0{,}6 \cdot 10^{-13}$ cm of cosmic radiation calculated from its penetrating power by means of KLEIN and NISHINA's formula [Nature **122**, 399 (1928)].

If we substitute the above value of ν in equation (4), we get

$$T = 0{,}1957 \cdot \frac{h}{k} \cdot 5{,}5 \cdot 10^{23} = 5 \cdot 10^{12}.$$

This seems to indicate that the cosmic radiation has its origin in some astronomical body whose temperature is of the order of a million million degrees.

Calcutta, Alipore Observatory, den 25th December, 1930. A. K. DAS.

Fraktionierung und Isomerisierung des Carotins.

Carotin, aus Karotten, Kastanienlaub oder Vogelbeeren gewonnen, ist, wie wir gefunden haben, auch nach wiederholter Krystallisation optisch aktiv: $[\alpha]_{6438.5}^{20} = +15°$ bis 60° für verschiedene Präparate. Durch fraktionierte Adsorption oder fraktionierte Fällung mit Jod gelingt es, eine sehr stark optisch aktive Komponente (α-Carotin) und eine inaktive (β-Carotin) zu erhalten. α-Carotin ist etwas leichter löslich als β-Carotin, seine Absorptionsbanden sind kurzwelliger, die Höhen der Absorptionsbanden (lichtelektrisch photometriert) nahezu gleich. α-Carotin macht schätzungsweise 5–15% des gesamten Carotins aus.

Aus Carotin-tetrajodid wird durch Zerlegen mit Quecksilber oder Thiosulfat ein drittes, gleichfalls schön krystallisierendes Carotin (Iso-carotin) gewonnen, das viel langwelliger und auch stärker absorbiert. Im Iso-carotin, das in guter Ausbeute erhältlich ist, liegt anscheinend keine natürliche Komponente, sondern ein Isomerisierungsprodukt des β-Carotins vor. α-Carotin, β-Carotin und Iso-carotin liefern bei der Elementaranalyse die für $C_{40}H_{56}$ berechneten Zahlen.

Farbstoff	Schmp. (k., Berl)	$[\alpha]_{Cd}^{20}$ in Benzol	Absorptionsbanden in Schwefelkohlenstoff ($m\mu$)		
α-Carotin	172—173°	+ 380°	*511*	*478*	448
β-Carotin	180—181°	$< \pm$ 5°	*520*	*485*	454
Iso-carotin	183—185°		*543*	*503*	472

Mit Antimon-trichlorid in Chloroform geben β-Carotin und Iso-carotin blaue Lösungen, deren Absorptionsbanden (590 $m\mu$) übereinstimmen. α-Carotin gibt mit Antimon-trichlorid ein abweichendes Spektrum: 637, 583, ***493***, 459 $m\mu$, das sich wie die anderen zeitlich verändert.

Es sind Versuche im Gange, die entscheiden sollen, welche Carotinkomponente die von H. v. EULER beobachteten Wachstumswirkungen verursacht und nach den Versuchen von TH. MOORE als Provitamin A anzusprechen ist.

Heidelberg, Kaiser Wilhelm-Institut für Medizinische Forschung, Institut für Chemie, den 17. Februar 1931. RICHARD KUHN und EDGAR LEDERER.

Versuche zu Hörtheoretischem im Anschluß an Nachbilder und elektrische Nervenphänomene.

Die Nachbilder sämtlicher Sinnesgebiete (Farb- und Bewegungsnachbilder der Optik, Labyrinth-, Geschmack-, Geruch-, Schmerz-, Temperaturnachbilder, sowie die Druck- und Bewegungsnachbilder des Tastsinns) unterliegen alle demselben gemeinsamen Gesetze. Dieses scheint elektrischer Natur zu sein und deutet darauf hin, daß überall den subjektiven Phänomenen von Reiz und Nachbild der Hin- und Rückstrom eines inneren elektrochemischen Geschehens parallel geht. Auch die akustischen Nachbilder bilden keine Ausnahme. Ihr Nachweis am Normalohr gelang Ende 1928 unter Herstellung geeigneter Kontrastbedingungen in der schalldichten Hörprüfungskammer unserer Klinik. Ihr periodisches Auftreten nach intermittierender Reizung erstreckte sich über einen Zeitraum von mehr als 60 Minuten.

Entsprechen Reiz und Nachbild wirklich dem Hin und Wider chemoelektrischer Ströme, dann muß die galvanische Darstellung beider Phänomene durch Zuleitung zweier objektiver Ströme verschiedener Richtung gelingen. Dies ist in der Tat der Fall und ließ sich wiederum für alle Sinnesgebiete nachweisen. Die galvanische Ton- und Nachbildanregung des normalen Gehörorgans gelang bei verhältnismäßig niedrigen Stromstärken und Spannungen mit dem pulsierenden Gleichstrom des Neurologenpantostaten. Dabei ergab sich, daß *beide* Stromrichtungen zu reizen vermögen und im Gegensatz zur älteren Literatur die Reizwirkung der differenten Anode auf das normale gesunde Ohr fast größer ist als die der differenten Kathode. Überdies führte die Erfahrung, daß die Tonreaktion des gesunden Ohres erst nach langer systematischer Bahnung und mit Sicherheit nur nach vorheriger Anregung bzw. „Aufschaukelung" des Nerven durch vorausgeschickte faradische Ströme möglich war, zu der Vermutung, daß phänomenal die mehr oder weniger starke Polarisation der Gewebe auch beim N. acusticus verschieden frequente Wechselströme

der Reaktion im Sinne FRÖHLICHS bedinge. Die Versuche galvanischer Tonanregung kamen Weihnachten 1929 bei uns zum Abschluß und führten über eine allgemeine Nerventheorie zur Aufstellung einer elektrochemischen Hörtheorie nach dem Instrumentalprinzip des Harmoniums.

Wir beschäftigen uns seitdem mit der Technik zu rein elektrischer Ableitung der oben vermuteten Wechselfrequenzen vom gesunden und kranken Gehörorgan des Menschen und müssen von der vollständigen Veröffentlichung der beim Nachbild und auf galvanischem Wege gewonnenen Ergebnisse bis zum Abschluß dieser Stromableitungsversuche absehen.

An klinischen Resultaten ergab sich u. a. der Nachweis äußerst hartnäckiger remanenter Polarisation des Nervensystems und die Erkenntnis, daß Ohrensausen ein Nervenstrom des verletzten oder dauernd alterierten Organs in der einen oder anderen Richtung sei. Aus dem Erkennen der objektiv elektrischen Natur des Ohrensausens resultierten nunmehr physikalisch fundierte Möglichkeiten seiner dauernden Kompensation durch jeweils dem Eigenstrom *conträr* gerichtete Pantostatenströme.

Frankfurt/Main, Universitäts-Ohren-, Hals- und Nasenklinik (Professor Voss), den 26. Februar 1931.

E. KUPFER.

Über das Pigment der Orangenschale.

Die Schale der leuchtend gelben Orange (und der „Mandarine") enthält, nebst einer in wäßrigem Alkali löslichen Pigmentierung, ätherlösliches *Carotinoid*. Der Polyenanteil, dem die Frucht hauptsächlich ihre Farbe verdankt, läßt sich wiederum zerlegen in einen Kohlenwasserstoff und in einen Polyenester, dessen Menge überwiegt. Bei der alkalischen Hydrolyse des Farbwachses haben wir eine hübsch krystallisierte Xanthophyllabart abgeschieden, die durch ihre blaue Farbenreaktion mit mäßig verdünnten Mineralsäuren auffällt und in dieser Hinsicht zwischen Capsanthin und Fucoxanthin steht. Diese alkoholische Komponente ist wahrscheinlich identisch mit dem kürzlich von R. KUHN und A. WINTERSTEIN in den Stiefmütterchenblüten (Viola tricolor) entdeckten Violaxanthin[1]. Das Vorkommen desselben (oder eines dazu nahestehenden Farbstoffes) in der Orangenschale dürfte im Hinblick auf das völlig anders geartete Gewebe von Interesse sein und soll näher untersucht werden.

Pécs, den 26. Februar 1931.

L. ZECHMEISTER. P. TUZSON.

Röntgenemissionsspektrum und chemische Bindung. Versuche mit Sekundärstrahlen.

Nachdem von GLOCKER und SCHREIBER durch Debye-Scherrer-Aufnahmen nachgewiesen worden war, daß Substanzen auf der Antikathode einer Röntgenröhre durch das Bombardement mit Kathodenstrahlen chemische Umwandlungen erleiden, erschien es vorteilhaft, Untersuchungen über den Einfluß der chemischen Bindung auf das Röntgenemissionsspektrum nicht mit Kathodenstrahlanregung, sondern mit Röntgenstrahlanregung auszuführen, worauf auch bereits LINDH und LUNDQUIST[2] hingewiesen haben. Die Erfahrungen, die im Röntgenlaboratorium von Prof. v. HEVESY[3] bei der quantitativen chemischen Analyse mit Sekundärstrahlen gemacht wurden, berechtigten zu der Erwartung, daß die Sekundärstrahlmethode eine Reihe der Störungen ausschließen würde, die der Primärmethode infolge der thermischen und elektrischen Wirkungen der Kathodenstrahlen auf das Präparat anhaften. Die Schwierigkeit besteht nur darin, die sekundären Röntgenstrahlen in genügender Intensität zu erhalten, da bei den hier in Frage kommenden Elementen mit niederer Ordnungszahl die Verhältnisse besonders ungünstig liegen. Mit einer neuen lichtstarken Sekundärstrahlröhre, die im hiesigen Laboratorium konstruiert wurde und an anderer Stelle eingehend beschrieben wird, ist es jedoch gelungen, die Sekundärstrahlung auch von leichten Elementen in erträglichen Zeiten mit genügender Intensität zu erhalten.

Eine Reihe von vorläufigen Messungen, die an den Kα- und Kβ-Linien des Schwefels in verschiedenen Verbindungen gemacht wurden, zeigen bereits, daß man mit Hilfe der Fluoreszenzerregung klare Ergebnisse erhält, die nicht durch irgendwelche Umwandlungen im Verlauf der Belichtung getrübt sind. Dies geht z. B. klar aus dem folgenden hervor: Mißt man mit Hilfe der Primärmethode das Kα-Dublett des Schwefels in Sulfaten, so erhält man in den meisten Fällen ein Triplett, welches durch Überlagerung des Kα-Dubletts des durch Zersetzung entstandenen freien Schwefels und des ungefähr um den Dublettabstand verschobenen Kα-Dubletts des Sulfatschwefels entsteht. In einigen schwer zersetzlichen Sulfaten erhält man nur das Kα-Dublett des Sulfatschwefels, in einigen sehr leicht zersetzlichen fast nur dasjenige des reinen Schwefels. Mit Hilfe der Fluoreszenzerregung erhält man jedoch mit allen Sulfaten, auch den letztgenannten, nur das verschobene Kα-Dublett des Sulfatschwefels. Die Wellenlängen betragen für freien Schwefel $K\alpha_1\,\lambda = 5360{,}67$; $K\alpha_2\,\lambda = 5363{,}50$ XE.; für Sulfatschwefel $K\alpha_1\lambda = 5358{,}13$; $K\alpha_2\,\lambda = 5361{,}00$.

In anderen Fällen jedoch ließen sich die nach der Primärmethode erhaltenen Spektren nicht in so einfacher Weise deuten wie im obigen Beispiel. Hierher gehören vor allem diejenigen Fälle, bei denen man Reaktionen der Substanzen mit dem Antikathodenmaterial annehmen muß. LINDH und LUNDQUIST[1] fanden schon bei ihren ersten Untersuchungen, daß die Kβ-Linien des Schwefels in gewissen Verbindungen von dem Antikathodenmaterial abhängig sind. Neuerdings hat LUNDQUIST[2] diese Erscheinungen näher studiert und festgestellt, daß eine ganze Reihe von Verbindungen des Schwefels β-Spektren gibt, die, je nachdem Kupfer oder Aluminium als Antikathodenmaterial benutzt wurde, sowohl bezüglich der Wellenlänge als auch besonders bezüglich der Struktur der Linien sehr verschieden waren. Es schien von Interesse, diese Versuche in analoger Weise mit Fluoreszenzerregung auszuführen. Eine Anzahl der von dem genannten Autor untersuchten Verbindungen wurde daher einmal auf einer Unterlage aus Kupferblech, dann auf einer solchen aus Aluminiumblech angebracht und exponiert. Das reine Element gibt zwei kräftige β-Linien. Die härtere von beiden mit der Wellenlänge $\lambda = 5013{,}49$ XE ist ziemlich scharf und etwas intensiver als die weiche Linie, die nach der langwelligen Seite stark verwaschen ist und deren Intensitätsmaximum bei 5018,84 XE liegt. Die untersuchten Verbindungen, Sulfide und Sulfate, geben nur eine kräftige

[1] Ber. dtsch. chem. Ges. **64**, 326 (1931).

[2] Ark. f. Mat., Astr. och Fysik **18**, 34 (1924).

[3] Vgl. G. v. HEVESY, I. BÖHM u. A. FAESSLER. Z. Physik **63**, 74 (1930).

[1] Vgl. z. B. Ark. f. Mat., Astr. och Fysik **18**, 14 (1924).

[2] Nature **125**, 925 (1930).

Linie, die zweite Linie auf der langwelligen Seite ist sehr schwach oder fehlt völlig. Beim Magnesiumsulfid sind die Wellenlängen $\lambda = 5017{,}22$ bzw. $\lambda = 5023{,}56$ auf Aluminium und 5017,12 bzw. 5023,78 auf Kupfer. LUNDQUIST findet unter Verwendung einer Aluminiumantikathode Werte, die innerhalb der Fehlergrenzen mit diesen Werten übereinstimmen. Mit einer Kupferantikathode erhält der genannte Autor jedoch ein ganz verändertes β-Spektrum. Die Struktur der Linien ist wesentlich anders, das Intensitätsverhältnis der beiden Linien ist umgekehrt, und auch die Wellenlängen sind etwas verschoben. Auf unseren Aufnahmen läßt sich kein Unterschied feststellen. Die Wellenlängenwerte stimmen innerhalb der Fehlergrenzen überein, auch die Struktur der Linien ist identisch, wie die Photometerkurven ergaben. Auch bei den anderen von uns untersuchten Verbindungen ließ sich keine Veränderung an den Aufnahmen feststellen, wenn an Stelle von Aluminium Kupfer als Träger der Substanz genommen wurde. Es erscheint demnach kaum möglich, die Abhängigkeit der Struktur der Emissionslinien vom Antikathodenmaterial anders zu erklären, als durch chemische Umwandlungen unter dem Einfluß der Kathodenstrahlen.

Meine Messungen unterscheiden sich auch in anderen Punkten von denen der anderen Autoren. So ist z. B. das Kα-Dublett des Schwefels in den Sulfiden gegenüber dem Kα-Dublett des reinen Schwefels nach längeren Wellen verschoben.

Einzelheiten über diese Untersuchungen, die auch auf die benachbarten Elemente ausgedehnt werden, sollen an anderer Stelle veröffentlicht werden.

Freiburg i. Br., Physikalisch-Chemisches Institut der Universität, den 28. Februar 1931. A. FAESSLER.

Röntgenlinien modifizierter Frequenz nach Ray.

In letzter Zeit berichtete B. B. RAY[1] über beim Durchgang monochromatischer Röntgenstrahlen durch Materie auftretende modifizierte Linien neben der Frequenz der aufgestrahlten Primärstrahlung. Bei diesen Versuchen wird z. B. CuK_α-Strahlung durch Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff hindurchgeschickt und das in Richtung des einfallenden Strahles aus der Absorptionssubstanz tretende Röntgenlicht wird mittels eines Kalkspatkristalles spektral zerlegt. Außer der CuK_α beobachtet RAY auf der langwelligen Seite noch drei verschobene Linien, deren Frequenzen etwa um die ν-Werte der C-, N- und OK_α-Linien kleiner sind als die der CuK_α.

Ich habe mich damit bemüht, dieses Experiment einfach zu wiederholen, und zwar unter möglichst gleichen Bedingungen wie von RAY angegeben wurden. Trotz vieler Mühe ist es mir aber nicht gelungen, das geringste positive Resultat zu erhalten[2]. Obwohl ich mir darüber klar bin, daß meine negativen Ergebnisse noch kein Beweis sind für die Nichtexistenz der modifizierten Linien im RAYschen Sinne, so muß ich jedoch aus meinen Versuchen schließen, daß es sich hier um eine physikalische Erscheinung handelt, die sich nur unter ganz bestimmten Bedingungen experimentell nachweisen läßt. Ich lege deshalb Wert darauf, meine Versuchsbedingungen einmal zu erwähnen, vor allem auch, weil die betreffenden Angaben von RAY in mancher Hinsicht unvollständig sind.

Nach einigen vorläufigen Versuchen mit einer demontierbaren Röhre an der Pumpe wurden, um das Auftreten sog. „fremder" Linien zu vermeiden, die weiteren Experimente mit einer abgeschmolzenen Metalix-Röhre mit Cu-Anode und Nickelfenster durchgeführt. Es wurde ein SIEGBAHNscher Vakuumspektrograph (etwa 26 cm Durchmesser) benutzt; der Kalkspatkristall wurde kontinuierlich um ein Gebiet von etwa 3° gedreht. Die Einstellung wurde so gewählt, daß sich in dem zu untersuchenden Wellenlängenbereich keine durch geometrische Umstände hervorgerufenen ungleichmäßigen Schwärzungen nachweisen ließen. Die Spaltweite betrug etwa 0,1 mm; als Spaltdeckung diente eine sehr dünne Folie aus Goldschlägerhaut. Es wurden schließlich alle Aufnahmen bei einer Spannung von 15 kV max und einer Stromstärke von etwa 30—40 mA gemacht, so daß die höheren Ordnungen ganz unterdrückt und die Streustrahlung weitgehend reduziert wurden; durch Zwischenstellen von Bleiblenden mit geeigneten Öffnungen wurde das Bündel sehr schmal ausgeblendet.

Als absorbierende Substanzen benutzte ich graphitierte Elektrodenkohle, Ruß und eine Benzollösung; die Dicken wurden so gewählt, daß die CuK_α-Strahlung in diesen Substanzen ungefähr bis auf ein Drittel absorbiert wurde (RAY gibt nur an, daß er bei seinen Versuchen Ruß verwendete). In den meisten Fällen wurde das Präparat zwischen Röntgenröhre und Spalt gestellt, also außerhalb des Spektrographen; auch wenn die modifizierte Linie unter einem endlichen Winkelbereich aus dem Präparat tritt, muß man in diesem Falle eine scharfe Abbildung auf der Platte erwarten, d. h. wenn die natürliche Linienbreite an sich gering ist. Außerdem wurden einige Versuche angestellt, bei denen die Substanz sich innerhalb des Spektrographen zwischen Spalt und Kristall befand. Wenn man dabei das Präparat etwa in gleicher Entfernung von Spalt und Kristall aufmontiert, so kann man schon aus geometrischen Gründen nur dann noch scharfe Linien erwarten, wenn die modifizierte Linie wirklich genau in Richtung des Primärstrahles das Präparat verläßt; bei endlichen Streuwinkeln würde die Schärfe verlorengehen. Preßt man aber das Präparat fest gegen den Spalt, so bleibt die Schärfe jedenfalls annähernd bestehen (RAY macht in seinen Veröffentlichungen überhaupt keine Angaben über die Lage der absorbierenden Substanz).

Es wurde manchmal so lange belichtet (in der Regel 10—20 Stunden), daß die Schwärzung des kontinuierlichen Untergrundes etwa gleich 1 war; die Klarheit, mit der immer die Nickel-Absorptionskante ausgeprägt war, lieferte mir den Beweis, daß die Platten nicht durch kontinuierliche Streustrahlung verschleiert waren[1]. Die eine Hälfte der CuK_α-Linie war meistens mit Al-Folie abgedeckt, um nicht durch Überbelichtung die Umgebung zu verschleiern. Eine 1000mal schwächere Linie als die CuK_α hätte ich sicher beobachten können, also eine Linie mit etwa $^1/_{400}$ der Intensität der CuK_α, wie RAY das Intensitätsverhältnis der modifizierten Linie zur Hauptlinie schätzt, wäre der Beobachtung nicht entgangen.

Eindhoven, Natuurkundig Laboratorium der N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Februar 1931.

J. H. VAN DER TUUK.

[1] B. B. RAY, Nature **125**, 746 (1930); **125**, 856 (1930) und **126**, 398 (1930) — Z. Physik **66**, 261 (1930). Siehe auch: MAJUMDAR, Nature **127**, 92 (1931).

[2] Inzwischen werden mir die gleichfalls negativen Resultate von J. M. CORK [C. r. Acad. Sci. Paris **192**, 153 (1931)] bekannt.

[1] Es wurden sowohl Imperial Eclips-Platten wie Laue-Filme benutzt.

Zur Frage des Einflusses der Kaltreckung auf die magnetische Suszeptibilität der Metalle.

Durch die Kaltreckung erfahren die physikalischen Eigenschaften der Metalle, wie bekannt, eine nicht unerhebliche Änderung. Diese Erscheinung ist für den elektrischen Widerstand, die Dichte, die Festigkeit, das ferromagnetische Verhalten usw. seit langem bekannt und vielfach untersucht worden. In einer kürzlich erschienenen Notiz haben nun K. Honda und Y. Shimizu[1] darauf hingewiesen, daß auch die magnetische Suszeptibilität der nicht ferromagnetischen Metalle durch die Kaltbearbeitung beträchtlich geändert wird. Als Beispiel wurden die Meßergebnisse bei Kupfer und Silber angegeben, die eine dem Reckgrade bzw. der Dichteänderung proportionale Abnahme der diamagnetischen Suszeptibilität zeigten, welche bei Kupfer so stark war, daß dies Metall bei höheren Reckgraden paramagnetisch wurde. Durch Anlassen (bei Cu auf etwa 350°) wurde der Effekt rückgängig gemacht und für die Suszeptibilität der ursprüngliche Wert erhalten. Vollkommen analoge Beobachtungen sind von F. Bitter[2] mitgeteilt worden. Die genannten Autoren machen ferner den Versuch einer rein atomtheoretischen Deutung dieser Erscheinung.

Ein gelegentlich beobachteter Unterschied der Suszeptibilität von gewalztem und ausgeglühtem Kupfer[3] veranlaßte uns bereits vor einem Jahre, gemeinsam eine systematische Untersuchung der obigen Frage vorzunehmen. Dabei wurde zunächst das paramagnetische Aluminium und einige Ni-Cu-Zn-Legierungen gemessen. Innerhalb der Fehlergrenzen zeigte sich keine Änderung der Suszeptibilität durch Kaltrecken. Dagegen fanden wir bei Elektrolytkupfer ebenfalls das von den japanischen Forschern angegebene Verhalten: aber die Suszeptibilität nahm bei unseren Proben viel schneller ab, der Übergang zum paramagnetischen Verhalten erfolgte demnach bei geringeren Reckgraden als bei Honda und Shimizu, und ferner wiesen verschiedene Kupfersorten, die im geglühten Zustand dieselbe Suszeptibilität besaßen, verschiedenes Verhalten auf.

Auf Grund unserer Messungen möchten wir jedoch eine ganz andersartige und sehr plausible Erklärung geben, die die ganze Erscheinung auf die eigentümliche Rolle geringfügiger Eisenbeimengungen zurückführt:

Das Metall Kupfer bildet mit Eisen über einen großen Konzentrationsbereich heterogene Legierungen; die Mischungslücke reicht von rund 1% Cu auf der Eisenseite bis fast unmittelbar an das Cu heran, und zwar wird für die Grenze der Löslichkeit von Fe in dem Cu-reichen Mischkristall nach den neueren Untersuchungen von G. Tammann und W. Oelsen[4] der verschwindend kleine Betrag von $5{,}9 \cdot 10^{-11}$ angegeben. In allen unseren technischen Kupferproben sind erheblich größere Fe-Verunreinigungen enthalten (rund 10^{-3} bis 10^{-5}), doch befindet sich dieses Fe trotz Überschreitung der Löslichkeitsgrenze noch in Lösung, da in diesen Legierungen das Gleichgewicht bei normaler Temperatur praktisch nicht zu erhalten ist (a. a. O.). Es ist daher magnetisch gewissermaßen unwirksam. Nun ist aber ferner auch nachgewiesen, daß sich in einem kalt bearbeiteten übersättigten Mischkristall Ausscheidungsvorgänge viel schneller vollziehen als in einem ebenso übersättigten, aber weichen Kristall. Daraus ergibt sich ohne weiteres eine mögliche Erklärung des an Cu gefundenen Kaltreckungseffektes: Die Kaltreckung sucht den an Fe übersättigten Mischkristall zur Einstellung seiner wahren, bei sehr geringen Fe-Gehalten gelegenen Löslichkeitsgrenze zu zwingen, die in Lösung befindlichen Fe-Verunreinigungen werden daher als ferromagnetische Kristallart ausgeschieden und erhöhen so die Magnetisierbarkeit im Sinne von Abnahme des Diamagnetismus und allmählichen Übergangs zum Paramagnetismus. Umgekehrt bringt eine Erhöhung der Temperatur die Eisenpartikel wieder in Lösung und macht das Cu wieder diamagnetisch.

Vollkommen Analoges trifft für das System Ag-Fe bzw. den an Ag gefundenen Effekt zu. Andererseits darf Aluminium, in Übereinstimmung mit unseren Beobachtungen, niemals eine solche Erscheinung zeigen, da Fe im Al nicht in freier Form, sondern als paramagnetische intermediäre Kristallart Al_9Fe vorliegt.

Es ergibt sich so die Notwendigkeit, die weitere Bearbeitung der obigen Frage mit Berücksichtigung der vorstehend vertretenen Ansicht vorzunehmen. Über die genaueren Ergebnisse unserer Untersuchungen werden wir in Z. Physik und in Z. Metallk. berichten.

Berlin-Charlottenburg und Greifswald, Februar 1931.

A. Kussmann. H. J. Seemann.

[1] Nature **126**, 990 (1930).

[2] F. Bitter, Physic. Rev. **36**, 978 (1930).

[3] H. J. Seemann u. E. Vogt, Ann. d. Phys. **2**, 980 (1929).

[4] Z. anorg. u. allg. Chem. **186**, 257 (1930).

Anomale Dublettstruktur des 4^2F-Terms von Kupfer.

Bei einer Untersuchung über die relativen Intensitäten der durch innere elektrische Felder erzwungenen „verbotenen" Strahlungsübergänge in Atomen (erscheint in Kürze) wurde zur Prüfung der theoretischen Überlegungen das Intensitätsverhältnis des Cu-Dubletts 2^2P-4^2F gemessen. Von diesem Dublett waren in der Literatur[1] bisher zwei Komponenten angegeben, deren Abstand der Spaltung des 2^2P-Niveaus entspricht ($\lambda = 4056{,}7$ und $4015{,}8$ ÅE.); hierbei war die Linie 4056,7 als „selbstumgekehrt" bezeichnet.

Aufnahmen mit dem 6-m-Gitter des hiesigen Institutes ergaben, daß diese, bei einer verbotenen Linie an sich schon unwahrscheinliche Selbstumkehr nur eine scheinbare ist. Sie wird durch die zwei in erster Ordnung nur unvollkommen, in zweiter Ordnung dagegen sehr gut separierbaren Komponenten vorgetäuscht, die die Übergänge $2^2P_{3/2} - 4^2F_{7/2}$ und $2^2P_{1/2} - 4^2F_{5/2}$ darstellen. Da die langwellige Komponente die bei weitem intensivere ist, so folgt unmittelbar, daß der 4^2F-Term ***verkehrt*** liegt, wie Shenstone (l. c.) schon auf Grund kleiner Verschiedenheiten in den Frequenzen anderer Kombinationen mit dem 4^2F-Term vermutete. Auch die ***Aufspaltung*** des Terms ist ***anormal groß***, nämlich $^3/_5$ der des 5^2D-Terms, der ungefähr die gleiche effektive Quantenzahl hat. Dieselben Unregelmäßigkeiten hat v. Salis[2] an den ^2F-Termen des kupferähnlichen Funkenspektrums von Zink beobachtet.

Die Wellenlängenbestimmung ergibt (bis auf $\pm$ 0,02 Å):

	λ	ν
$2^2P_{3/2} - 4^2F_{7/2}$	4056,78	24643,2
$2^2P_{1/2} - 4^2F_{5/2}$	4056,38	24645,7

[1] Siehe Handbuch der Spektroskopie von H. Kayser 7 und A. G. Shenstone, Physic. Rev. **28**, 449 (1926).

[2] G. v. Salis, Ann. Physik (4) **76**, 145 (1925).

Hieraus folgen die Termwerte:

$$4^3F_{7/2} = 6881{,}2$$
$$4^4F_{5/2} = 6878{,}7 \quad \Delta\nu = -2{,}5\,.$$

Utrecht, Physikalisches Institut der Universität, den 2. März 1931. S. SAMBURSKY.

Die Möglichkeit des Vorhandenseins von Rhenium unter den Fraunhoferschen Linien des Sonnenspektrums.

Ein Vergleich der von mir[1] und von MEGGERS[2] gewonnenen starken Linien des Rheniumspektrums mit den Tabellen von ROWLAND[3] läßt das Vorhandensein von Rhenium im Spektrum der Sonne als nicht ausgeschlossen erscheinen. Es koinzidieren unter 60 untersuchten stärkeren Linien 24, dabei sowohl die drei starken ultravioletten als auch die beiden grünen Linien mit solchen des Fraunhoferspektrums. Auch die Intensitäten stimmen, wie die folgende kleine Tabelle zeigt, größtenteils nicht schlecht.

(Die Wellenlängen sind in ROWLANDscher Skala angegeben, ebenso die Intensitäten.)

Rheniumspektrum		Sonnenspektrum[4]	
Wellenlänge	Intensität	Wellenlänge	Intensität
3424,76	20	3424,73	000
3452,07	30	3452,06	3[5]
3460,69	100	3460,66	0000 N
3464,93	50	3464,96	0000
4889,38	100	fehlt	
5271,18	20	5271,22	00
5275,79	30	5275,79	0000

Auffallend ist allerdings das Fehlen sowohl der stärksten Linie des Rheniumspektrums 4889,38 als auch die teilweise etwas hohe Intensität koinzidierender Fraunhoferlinien.

Eine ausführlichere Untersuchung soll demnächst erscheinen.

Wien, Physikalisches Institut der Technischen Hochschule, den 2. März 1931. HERBERT SCHOBER.

Das Genauigkeitsmaß von Summen, Differenzen, Produkten und Quotienten der Beobachtungsreihen.

Schon JOHANNSEN gab in seinem bekannten Werk: „Elemente der exakten Vererbungslehre" an, wie man bei der Berechnung von Summen und Differenzen von Beobachtungsreihen hinsichtlich der „Fehler" (mit Vorzeichen $\pm$) zu verfahren hat. Auch sind diese beiden Formeln dort bewiesen und vielfach angewendet, besonders die für Differenzen. Ausführlich und mehrfach bewiesen sind beide Formeln auch in ABDERHALDENS Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. 5, Tl. 2, H. 7.

Die Formel für Produkte fand ich erst viel später in PÜTTER, Die Auswertung zahlenmäßiger Beobachtungen in der Biologie (de Gruyter 1929). Die Formel ist dort entnommen aus G. HAGEN, Der Konstanten wahrscheinliche Fehler. Berlin: Ernst u. Sohn 1884.

Eine Formel für Quotienten bzw. Proportionen benötigte ich und war mangels einer vorhandenen zur Aufstellung einer solchen gezwungen. Die Differentialrechnung lieferte mir die späterhin an Beispielen auch als richtig erwiesene Formel, die ich hier (neben den bereits vorhandenen) zur allgemeinen Benutzung veröffentliche.

I. Addition und Subtraktion:

Die Mittelwerte sind mit A, B usw., die „Fehler" mit a, b usw. bezeichnet. Bei den Werten $A \pm a$ und $B \pm b$ sind die Summen und Differenzen:

$$A + B \pm \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{und} \quad A - B \pm \sqrt{a^2 + b^2}\,.$$

Bei mehreren Gliedern ist die Summe:

$$A + B + C + \ldots \pm \sqrt{a^2 + b^2 + c^2 + \ldots}$$

II. Muliplikation:

$$AB \pm \sqrt{B^2a^2 + A^2b^2}\,.$$

Bei mehreren Gliedern z. B. bei 3:

$$ABC \pm \sqrt{C^2B^2a^2 + C^2A^2b^2 + A^2B^2c^2}\,.$$

III. Division:

$$A : B \pm \frac{1}{B^2}\sqrt{B^2a^2 + A^2b^2}\,.$$

(Auch abzuleiten aus der Multiplikationsformel, indem man diese durch B^2 dividiert.)

Hüls bei Krefeld, den 5. März 1931. G. FENNER.

Über die Decarboxylierung der Chinasäure.

Den Abbau dieser interessanten Pflanzensäure zu dem ihr zugrundeliegenden cyclischen Keton haben schon ERWIG und KÖNIGS[1] versucht. Später hat der eine von uns das *Azid* der Tetracetyl-chinasäure bereitet, in der Hoffnung, daß ein Abbau nach CURTIUS zu einem Trioxy-cyclo-hexanon führen würde. Er erhielt ebenso wie seine Vorgänger nur ein Benzolderivat[2].

Vor einigen Monaten ist es nun den Unterzeichneten gelungen, unter Ersatz des vorerwähnten Azids durch Aceton-chinasäureazid das gesuchte Keton in Form seiner Acetonverbindung zu gewinnen.

Den Ausgangspunkt für die neuere Chemie der Chinasäure[3] bildet das von dem einen von uns entdeckte *Acetonchinid*[3], ein Lakton der Chinasäure, in dem zwei Hydroxyle der Säure acetoniert, eines als Lakton gesperrt und das vierte frei ist. Über das Hydrazid kann man daraus das Azid darstellen, und der Zerfall des Azids liefert beim Erwärmen im neutralen Medium ein acetoniertes Trioxycyclohexanon vom F. 73–75°, $(\alpha)_D^{15} = +116°$ in abs. Alkohol. Das Keton wurde ferner charakterisiert durch ein Phenylhydrazon vom F. 150° (zers.), ein Monacetat vom F. 68° und ein normales Reaktionsprodukt mit $CH_3 \cdot Mg \cdot J$.

Führt man denselben Reaktionsgang vom *Monomethyl*-aceton-chinid aus durch, so bildet sich ein

[1] H. SCHOBER u. J. BIRKE, Naturwiss. **1931**, H. 9. – H. SCHOBER, Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, 2a **140**, 79ff. (1931).

[2] MEGGERS, Physic. Rev. **1931** (15. Januar).

[3] H. ROWLAND, Preliminary table of solar spectrum wave-lengths. Chicago 1896.

[4] Das N in ROWLANDS Tabellen bedeutet eine nicht aufgelöste Mehrfachlinie.

[5] Die ROWLANDsche Linie wurde als die Fe-Linie 3452,07 identifiziert. Eine Trennung von der letzten Rheniumlinie mit fast derselben Wellenlänge ist möglicherweise nicht gelungen.

[1] ERWIG u. KÖNIGS, Ber. dtsch. chem. Ges. **22**, 1457 (1889).

[2] H. O. L. FISCHER, Ber. dtsch. chem. Ges. **54**, 775 (1921).

[3] P. KARRER, R. WIDMER u. P. RISO, Helvet. chim. Acta **8**, 195 (1925) – Dissertation STETTINER. Berlin 1928 – K. JOSEPHSON, C. **1931** I, 1276 (Sv. farmac. Tidskr. **34**, 649–654). Hierselbst ausführlicher Literaturnachweis.

cyclisches Urethan $C_{11}H_{17}O_5N$ (F. 145°, $(\alpha)_D^{20} = +73°$ in Chloroform), dessen Verseifung mit Säuren oder Alkalien zu dem zugrunde liegenden Keton uns *nicht* gelang. Wir erhielten vielmehr mit beiden Mitteln Hydrochinon. Auch das acetonierte Keton geht schon durch sehr verdünnte Säuren und Alkalien in Hydrochinon über.

Aus dem neuen Abbau kann man schon jetzt schließen, daß die im Aceton-chinid freie Hydroxylgruppe in α-Stellung zum Carboxyl steht, wenn man nicht die sehr unwahrscheinliche Annahme machen will, daß im Aceton-chinid ein α-Lakton vorliegt. Zwei weitere Hydroxyle liegen bekanntlich fest als meta- und paraständig, die Diskussion über die Stellung des „vierten" Hydroyls scheint uns noch im Fluß[1]. Das vervollständigte experimentelle Material der in unserem Laboratorium ausgearbeiteten Dissertation STETTINER werden wir demnächst publizieren.

Zweck dieser vorläufigen Mitteilung ist, uns die ungestörte weitere Bearbeitung des neuen Ketons und der damit zusammenhängenden Fragen zu sichern.

Berlin, Chemisches Institut der Universität, den 13. März 1931.

HERMANN O. L. FISCHER und GERDA DANGSCHAT.

[1] Siehe S. 310 Note 3.

Besprechungen.

BURKAMP, WILHELM, **Die Struktur der Ganzheiten.** Berlin: Junker & Dünnhaupt 1929. XVI, 378 S. 17 × 25 cm. Preis geh. RM 18.—, geb. RM 20.—.

BURKAMP hat sich die Aufgabe gestellt, die Verwirrung zu beseitigen, die nach seiner Ansicht dadurch entstanden ist, daß das Wort „Ganzheit" heute in verschiedenen Forschungsgebieten „aus einer präzisen und unentbehrlichen Bedeutung in eine einseitige und ungebräuchliche übergeführt" wurde. Zu diesem Zweck will er das Problem der Ganzheit „auf eine höchste Allgemeinheitsstufe erheben, von der allein eine umfassende und gründliche Lösung möglich ist".

B.s Schrift enthält viel Wissenswertes und gibt mancherlei Anregung. Wenn man aber den Maßstab daran anlegt, den seine Fragestellung verlangt, wenn man erwartet, daß er die Klärung der Grundbegriffe so weit fördert, wie es nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung möglich erscheint, wird man enttäuscht. Schon im allgemeinen vermißt man die erwartete Klarheit: Immer wieder entstehen Zweifel, ob B. augenblicklich von Erlebnissen oder von Physik, von Sachverhalten oder von ihrer begrifflichen Darstellung redet. So sagt er S. 136: „Das Ganze als Ursache und das Ganze als Wirkung in einer Kausalbeziehung ist überhaupt weitgehend durch die Zweckmäßigkeit bestimmt." An manchen Stellen, z. B. in den Erörterungen zur Wahrnehmungslehre (u. a. §§ 33, 208) führt solche Unklarheit sogar zu offenbaren Irrtümern. Im einzelnen ist wohl folgendes der schwerste Fehler: B. eröffnet seine Erörterungen mit einer alten und naheliegenden, darum aber nicht weniger verfehlten, mindestens viel zu engen Definition des „Ganzen". Schon auf der nächsten Seite setzt er sich infolgedessen mit ihr in Widerspruch (ferner S. 9, 12, 17, 27, 28ff.), und auch später (z. B. S. 188) stellt sie ihm die schlimmsten Fallen. Man wartet immer gespannter darauf, daß er diese Definition des Ganzen (aus dem „sinnbedingten" *Zusammenschluß* von Teilen) als nur vorläufig erklärt und durch eine angemessenere ersetzt. Der Text gestattet schon Vermutungen über deren Inhalt: Die Begriffe der *Dimension* und der *Abgrenzung gegen eine Umgebung* würden darin die Hauptrolle spielen, und die „Vielheit von Teilen" erschiene als Grenzfall wachsender innerer Unstetigkeit, könnte aber, je nach den Umständen, ebensowohl durch *Entfaltung* wie durch Zusammenschluß gebildet gedacht werden. B. läßt sich jedoch durch nichts von seiner ursprünglichen Definition abbringen; er erklärt einfach alles in ihrem Sinn zurecht. Sicher wäre dem Verfasser ein solcher Fehler am Angelpunkt seiner Untersuchung nicht so leicht zugestoßen, wenn er sich, gerade im Gebiet der Geisteswissenschaften, weniger an das „Feldgeschrei" unverbindlich philosophierender Programmschriften und mehr an die nüchterne Einzelforschung gehalten hätte, in der die Entscheidungen fallen: Etwa an ANDREAS HEUSLERS „Nibelungensage", BAESECKES „Althochdeutsche Grammatik" und PAUL FRANKLS „Entwicklungsphasen der neueren Baukunst". Nur eines sei daraus erwähnt: Wie HEUSLERS Schrift beweist, ist in den Geisteswissenschaften für das Verständnis der Erscheinungen unter Umständen gerade die Frage entscheidend, ob ein Ganzes wirklich durch die Vereinigung von Teilgebilden oder durch Entfaltung aus *einem*, zunächst viel gedrungeneren Urgebilde entstanden zu denken ist.

An dieser Stelle seien noch einige andere, glücklicherweise weniger folgenschwere Auslassungen vermerkt. Es gibt schon jahrzehntealte und dabei zum Teil wohl gelungene Versuche, strengste Ganzheitslehren *praktisch zu erproben*, z. B. MICHOTTES „*Methode globale*" genanntes Unterrichtsverfahren und ADLERS *Individualpsychologie*. B. erwähnt davon nichts, obwohl er manchen eigenen Einfall (z. B. §§ 112, 148 Mitte) bei ADLER in schon viel ausgebildeterer Form wiederfinden würde. Ebenso ist B.s Gedanke über das „Wir" am Schluß des § 187 schon in SCHULTES „Versuch einer Theorie der paranoischen Eigenbeziehung und Wahnbildung" [Psychol. Forschg 5 (1924)] eingehend entwickelt.

Die Erörterung eines allgemeinen Begriffs wie der Ganzheit wird natürlich am fruchtbarsten, wenn man zu verhältnismäßig engen Unterbegriffen übergeht, aber auch dann nur, wenn man die Unterbegriffe ohne Rücksicht auf die Grenzen der Anwendungsgebiete nach rein formalen Grundsätzen bestimmt. So verfährt B. beispielsweise bei der Darstellung der „summativen Ganzheiten", wo er als Beispiele der „unechten ungleichteiligen Summe" die *Begriffskomponenten* beim sprachlichen Ausdruck und die *Gene* bei der Vererbung einander gegenüberstellt. Ähnlich u. a. bei der Darstellung eines der wichtigsten Unterbegriffe der nicht-summativen Ganzheit: der „*Menotaxie*", d. h. der (trotz etwaiger Veränderlichkeit) relativ dauerfähigen Ganzheit, wo er die „antagonistische" und die „synergetische" Gleichgewichtsbildung an pflanzlich-tierischen Lebensgemeinschaften und gleichzeitig an menschlichen Wirtschaftssystemen erörtert, besonders, wo er darstellt, wie verschieden eine Gleichgewichtsstörung in einer derartigen Gruppe wirkt, je nachdem die Glieder nebeneinander oder hintereinander geordnet sind. Hier liest man seine Ausführungen mit Freude und Gewinn und wünscht nur, daß er von anderer Seite eingeführte und schon bewährte Unterscheidungen (etwa KÖHLERS Gegenüberstellung maschineller und dynamischer Systeme und Vorgänge) ebenso ernsthaft durchgedacht hätte.

Sehr ungleichmäßig ist die Stellungnahme B.s zu den verschiedenen bestehenden „Ganzheitslehren".

DRIESCHS Begründung des *Vitalismus* lehnt er — im Anschluß an KÖHLER — deshalb ab, weil die vitalistischen Annahmen vor genügender Prüfung der bisher bekannten physikalischen Möglichkeiten gemacht wurden, ganz abgesehen davon, daß „die Physik nicht ausgerechnet i. J. 1929" (d. h. nach 300 Jahren ihres Bestehens) „schon auf den tiefsten Grund alles dessen, was physikalisch möglich ist, gekommen zu sein braucht". Aber gleich danach tut er dasselbe wie DRIESCH: er erklärt die Gestalttheorie für untauglich zur Lösung der biologischen Grundfragen, nur weil man nach 20 Jahren Gestalttheorie (und weniger als 10 Jahren *biologischer* Gestalttheorie) Dinge wie die Entstehung des menschlichen Auges noch nicht verstehen kann, und weil im Jahr 1929 zufällig noch keine gestalttheoretische Erklärung der Dreidimensionalität des Sehraumes vorlag. B. erklärt die Vertreter der Theorie sogar ohne weiteres für blind gegenüber solchen Fragen, nur weil sie sich aus naheliegenden Gründen für den Anfang mit einfacheren und übersichtlicheren Aufgaben befaßt und die verwickelteren zurückgestellt haben. Daß B. die Gestalttheorie — trotz mehrfach betonter Anerkennung im einzelnen — im ganzen so wenig hoffnungsvoll beurteilt, wird verständlicher, wenn man sieht, daß er manche ihrer Ansätze ganz mißversteht[1], andere nicht kennt[2] oder ihre Tragweite nicht überschaut[3]. Hier wäre wohl vieles klarer geworden, wenn er versucht hätte, die Theorie, anstatt nur bruchstückweise in getrennten Abschnitten, mehr im Zusammenhang darzustellen und zu beurteilen.

B.s Schrift leistet die beabsichtigte Klärung der Begriffe nur in beschränktem Maß. Dafür gibt sie aber in anschaulicher und oft anregender Weise das Bild wieder, das ein philosophischer Kopf sich von den mannigfachen, einander noch widerstreitenden und nirgends abgeschlossenen Versuchen ganzheitlicher Begriffs- und Theoriebildung in den Einzelwissenschaften macht. W. METZGER, Berlin.

Forschungsinstitute, ihre Geschichte, Organisation und Ziele. Unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrter herausgegeben von L. BRAUER, A. MENDELSSOHN-BARTHOLDY, A. MEYER, unter redaktioneller Mitarbeit von J. LEMCKE. Bd. II. Hamburg: Paul Hartung Verlag 1930. VIII, 782 S. mit zahlreichen Abbildungen, Tabellen und Porträts. Preis RM 80.—.

Dem vor Jahresfrist besprochenen ersten Bande dieses monumentalen Werkes ist nunmehr der zweite nachgefolgt, der ihn würdig ergänzt und durchaus auf der nämlichen Höhe steht. Er beginnt mit einer längeren Einleitung Dr. E. HORNEFFERS, „Die Stellung der Wissenschaft in Geschichte und Gegenwart", die diesen Gegenstand vom höchsten Gesichtspunkte aus behandelt, die Aufgaben und Leistungen der Forschung von deren Schöpfung durch den griechischen Geist angefangen bis zur Gegenwart verfolgt, und nochmals nachweist, wie sich derzeit die Tätigkeiten von Unterrichts- und Forschungs-Anstalten notgedrungen zu trennen, aber auch zu ergänzen haben, letzteres unter Mitwirkung der Akademien als wahrender Stätten ihrer wetteifernden Errungenschaften.

Es folgt nun der Hauptteil des Buches, die Schilderung von 57 deutschen und österreichischen Forschungsanstalten, von denen 14 der Medizin gewidmet sind, 19 den Naturwissenschaften, 8 der Technologie, 10 den Geisteswissenschaften, und 6 der Länder- und Völkerkunde; es ist den Herausgebern gelungen, zu diesem Zwecke Kräfte allerersten Ranges heranzuziehen, — ihre Namen hier aufzuführen, ist leider unmöglich —, und dank ihrer musterhaften Mithilfe erfährt der Leser in jedem Einzelfalle aus berufenstem Munde alles, was über Geschichte und Entstehung, Einrichtung und Organisation, Methoden und Ergebnisse, Aufgaben und Ziele zu wissen nötig ist. Mit Pietät wird hierbei der großen Meister gedacht, deren Gestalten sich auf Schritt und Tritt vor Augen stellen, z. B. BEHRINGS, EHRLICHS, KOCHS, SCHAUDINNS, SENCKENBERGS, WASSERMANNS und so mancher anderer. Der zahllosen Zweige menschlichen Wissens und Könnens, deren Förderung die Institute dienen, mag an dieser Stelle nur durch sachlich geordnete Aufzählung ihrer Namen gedacht werden: Krankenbehandlung mit ihren sämtlichen Hilfswissenschaften (einschließlich Spezialitäten wie Tuberkulose, Krebs usw.); Schiffs-, Tropen- und Infektionskrankheiten; Psychiatrie; Hirnforschung; experimentelle und Chemotherapie; Physiologie der Arbeit; Biologie; Verhalten der Tiere (sog. Umweltforschung); Vogelflug (Vogelwarte); Entomologie; Hydrobiologie; Land- und Forstwirtschaft nebst Pflanzenschutz; Wein- und Obstbau; Meereskunde, -geologie und -paläontologie; Meteorologie (Seewarte); Strömungen in Wasser und Luft, Wasserkraft, Wasserbau, Schiffsbau; Luftfahrt; Physik; physikalische und Elektrochemie; Chemie; Chemie der Lebensmittel; Chemie der Faserstoffe; Kohle und Eisen; Astronomie; Agrar-, Siedlungs-, Bau- und Wohnungswesen; Soziale Wissenschaften; Weltwirtschaft und Seeverkehr; öffentliches und Völkerrecht; auswärtige Politik; deutsche Geschichte; Deutschtum im Ausland; Studium Nord- und Osteuropas, des lateinischen Amerikas, der afrikanischen Sprachen und Kulturen, sowie Chinas. Hieran schließen sich noch die Museen für Hygiene, für Urgeschichte, für Phonogramme; ferner die kulturwissenschaftliche Bibliothek (WARBURG) und die Bibliotheca Hertziana in Rom.

Auf die Verhältnisse im Auslande soll hier nur kurz hingewiesen werden, zumal in dieser Hinsicht Vollständigkeit weder angestrebt noch erreicht werden konnte; besprochen finden sich Institute aus Bulgarien, England, Frankreich (PASTEUR!), Italien (Zoologische Station in Neapel, begründet von DOHRN), der Schweiz, den Skandinavischen Staaten, Spanien, der Tschechoslowakei und Ungarn (Geophysikalisches *Eötvös*-Institut); ferner solche aus Japan, Java (Botanischer Garten zu Buitenzorg, geschaffen von TREUB), und Südamerika. An der Spitze stehen die Vereinigten Staaten mit 149 medizinischen, naturwissenschaftlichen und sozialen Organisationen, unter denen die Stiftungen eines SMITHSON, CARNEGIE und ROCKEFELLER, sowie das naturwissenschaftliche Nationalmuseum besonders hervorragen; ihre vollständige Liste ist beigegeben.

Wie schon diese kurze Übersicht zeigt, ist das Werk, das sich auch durch hervorragende Ausstattung, prächtigen Druck und eingehende Register (51 S.!) auszeichnet, eine ungewöhnliche Erscheinung und gereicht in gleicher Weise Autoren, Herausgebern und Verlegern zur Ehre. Insbesondere zeugt es in glänzender Weise dafür, daß der deutsche *wissenschaftliche Geist* lebendig ist und bleibt; das aber ist sehr wichtig, da Deutschland noch auf lange hinaus allein durch *dessen* Leistungen Hochachtung einflößen und erringen kann.

EDMUND O. VON LIPPMANN, Halle a. S.

[1] Z. B. die Ansätze zum Verständnis des produktiven Denkens.

[2] So die Stellung der Gestalttheorie zu den Fragen der „Intentionalität".

[3] So bei der Frage der Bildung maschineller Bindungen im Organismus und bei der „Prägnanztendenz".

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.